

n° d'ordre 423

T H E S E S

présentées

A LA FACULTE DES SCIENCES

DE L'UNIVERSITE DE LYON

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES SCIENCES NATURELLES

par

Raymond ENAY

Chargé d'enseignement à la Faculté des Sciences de Lyon

---

1ere T H E S E

L'OXFORDIEN DANS LA MOITIE SUD DU JURA FRANCAIS

2eme T H E S E

PROPOSITIONS DONNEES PAR LA FACULTE

---

Soutenues le 23 février 1967  
devant la Commission d'examen

JURY : MM. les Professeurs

|              |            |
|--------------|------------|
| J. FLANDRIN  | Président  |
| L. DAVID     | Examineurs |
| P. GEVIN     |            |
| H. TINTANT   | Invités    |
| M. COLLIGNON |            |



Doyens honoraires

MM. LONGCHAMBON, MOUSSA, GAUTHIER Henri.

Professeurs honoraires

MM. de LARAMBERGUE, SOLLAUD, MENTZER, MOUSSA, JAFFARD, EYRAUD Henri,  
DEJARDIN, VIRET, DUFAY Jean.

Doyen

M. BRACONNIER

Assesseurs

MM. MESNARD  
BOIDIN

Professeurs

|                    |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| MM. LONGCHAMBON    | Minéralogie                        |
| PRETTRE            | Chimie industrielle                |
| COURTY             | Chimie-Physique                    |
| KUHNER             | Botanique                          |
| MALECOT            | Mécanique rationnelle et appliquée |
| PARIS              | Chimie minérale                    |
| AUMERAS            | Chimie générale II                 |
| JANIN              | Physique générale                  |
| FLANDRIN           | Géologie appliquée                 |
| BERNARD            | Physique industrielle              |
| NIGON              | Zoologie expérimentale             |
| GAUTHIER Henri     | Géologie générale                  |
| WAUTIER            | Zoologie                           |
| CHOPIN             | Chimie biologique                  |
| CUEILLERON         | Chimie                             |
| BRACONNIER         | Calcul différentiel et intégral    |
| EYRAUD Charles     | Chimie-Physique appliquée          |
| SARAZIN            | Physique nucléaire                 |
| BOIDIN             | Microbiologie et Mycologie         |
| PERES              | Physiologie                        |
| MESNARD            | Electronique                       |
| GRANDMONTAGNE      | Physique                           |
| BOUTILLIER         | Minéralogie                        |
| LAFOUCRIERE        | Physique nucléaire théorique       |
| DREUX              | Chimie organique                   |
| TEICHNER           | Chimie industrielle                |
| PAVANS de CECCATTY | Zoologie                           |
| MERLIN             | Chimie analytique                  |
| DUFAY Maurice      | Physique de l'atmosphère           |
| PHILBERT           | Physique nucléaire                 |

MM. COHEN-ADAD  
 DAVID Louis  
 CHANEL  
 MAURY  
  
 DEPRAZ  
 GAUTHIER Jean  
 GAUME  
 UZAN  
 LEGAY  
 LAFORGUE  
 GERMAIN

Chimie  
 Géologie générale  
 Psychophysiology  
 Méthodes mathématiques de la  
 physique  
 Physique nucléaire  
 Chimie  
 Physique expérimentale  
 Physique  
 Biologie animale  
 Physique  
 Chimie

### Professeurs sans chaire

FERON  
 CHENEVOY  
 GINET  
 ASCH  
 MICHEL Pierre  
 Mle MAITROT  
 GEVIN  
 PONASSE  
 d'INCAN  
 LEFEBVRE  
 PERNET  
 CHERY  
 BERGEON  
 Mle GAUTHERON  
 DESCOTES  
 ERBEIA  
 Mme ERICSON  
 LEMOIGNE  
 MARTEL  
 MATHIEU  
 MICHEL Georges

Mathématiques  
 Géologie appliquée  
 Zoologie  
 Physique  
 Minéralogie  
 Physique  
 Géologie générale  
 Mathématiques  
 Physique C.S.U.  
 Mathématiques  
 Mathématiques  
 Physique  
 Physique C.S.U.  
 Chimie biologique  
 Chimie organique  
 Physique  
 Physique générale  
 Botanique  
 Mécanique  
 Mécanique des fluides  
 Biochimie

### Maîtres de Conférences

MM. PICARD Philippe  
 DEMARCQ  
 LEBRETON  
 DAVID Jean  
 TOUSSET  
 FEUVRAIS  
 SCHMITT  
 LAURENT  
 ROT  
 BETHOUX  
 Mle CALAIS  
 GUSAKOW  
 Mle THOMAS  
 AUBIN  
 BUCHWALTER

Mathématiques  
 Géologie générale  
 Biologie végétale  
 Biologie animale  
 Chimie propédeutique  
 Physique-Electricité  
 Physique C.P.E.M.  
 Chimie organique  
 Mathématiques  
 Mathématiques T.M.P.  
 Mathématiques  
 Physique  
 Chimie minérale  
 Analyse numérique  
 Mathématiques

MM. BOUZON  
COSNIER  
Mle LAMOURE  
MM. PORTHULT  
VALLET  
HAUGAZEAU  
ENAY  
BERTHET  
BRUN  
DELMAU  
EL BAZ  
FONTANGES  
HUET

Mathématiques C.S.U.  
Psychophysiologie  
Biologie végétale  
Chimie C.S.U.  
Chimie macromoléculaire  
Analyse numérique  
Géologie  
Biologie végétale C.P.E.M.  
Biologie animale  
Physique  
Physique-Electricité  
Physiologie  
Chimie C.P.E.M.

Maîtres de Conférences adjoint

M. PIERRON

Chimie

Conseiller Administratif

M. BURNET

Secrétaire Principal honoraire

M. ROUX



R. ENAY

L'OXFORDIEN DANS LA MOITIE SUD  
DU JURA FRANCAIS

---

ETUDE STRATIGRAPHIQUE



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41552601\\_0018](https://archive.org/details/IA41552601_0018)

## AVANT-PROPOS

---

Le sujet traité concerne le seul étage Oxfordien; à l'origine son objet était plus vaste, au moins dans son volumé stratigraphique; il englobait tout le Jurassique supérieur (sauf le Purbeckien) du Jura méridional.

Il est apparu bientôt qu'un tel sujet, par son ampleur, ne cadrerait pas avec les nécessités actuelles de la stratigraphie; celle-ci est fondée essentiellement sur les faunes d'ammonites et exige l'étude détaillée de tout le matériel recueilli ou en collection. Au contraire de l'Oxfordien, la série calcaire, souvent corallienne, de la partie supérieure du Malm (Kimméridgien - Portlandien) demandait la mise en oeuvre de méthodes différentes.

En conséquence, le sujet a été réduit au seul Oxfordien, mais il s'agit de l'Oxfordien dans l'acceptation originale de A. d'ORBIGNY et de W.J. ARKELL : il inclut l'Argovien et le Rauracien de l'enseignement français classique, l'Argovien, le Rauracien et le Séquanien inférieur des géologues helvétiques. En compensation le domaine étudié est étendu vers le Nord jusqu'à atteindre les faciès coralliens de l'Oxfordien (Glypticien) de la région salinoise.

Une partie des résultats acquis au cours de 8 années de recherches a fait l'objet de publication, en particulier à l'occasion du Colloque du Jurassique tenu à Luxembourg en 1962 et dans les "Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon". Ici, est présentée la synthèse des conclusions auxquelles je suis arrivé.

---

## GENERALITES

---

### REGION ETUDIEE.

La fig. 1 donne les limites de la région étudiée et les divisions introduites pour une meilleure présentation des monographies régionales.

Les limites sud, est et ouest sont celles de la chaîne elle-même, définies par J. THURMANN (1852), que bornent les dépressions remplies de formations tertiaires et quaternaires : la Bresse et la Dombes, la plaine de l'Est Lyonnais et le plateau molassique du Bas-Dauphiné, le plateau Suisse et Savoisien. Prolongement direct du Jura plissé sur la rive gauche du Rhône, le plateau jurassique de l'Ile Crémieu, totalement ceinturé par ces formations récentes, en fait donc partie. Par contre, dans le cadre d'une étude limitée à l'Oxfordien, on retranchera les chaînons les plus méridionaux; au S du Lac du Bourget et du coude du Rhône, à Cordon, les terrains oxfordiens ne viennent pas à l'affleurement. Dans ces conditions, la question de la séparation des domaines jurassien et subalpin n'a plus sa place ici; d'autres l'ont d'ailleurs déjà traitée.

La limite nord est tracée au travers de la chaîne et utilise des éléments tectoniques majeurs convergeant à la hauteur de Mouthier-Hautepierre : l'accident ou décrochement de Pontarlier et le faisceau salinois; ce dernier marque également l'apparition des faciès coralliens ou subcoralliens du Glypticien.

Cette limite septentrionale correspond à un des rares éléments naturels de division dans le sens transversal et sépare la chaîne en deux moitiés symétriques; chacune comporte une zone de plateaux encadrée par deux faisceaux plissés.

La partie méridionale étudiée ici ne coïncide pas avec le "Jura méridional" proposé par différents auteurs, mais les définitions qu'ils en donnent ne sont pas identiques. Elle correspond assez bien au bassin de l'Ain et du Haut-Rhône (entre le confluent avec la Saône et son débouché dans le Léman), mais il serait également illusoire de vouloir définir ainsi la région étudiée; le Doubs ou ses affluents (le Drueon), le Rhin par l'Orbe, étendent leur influence au Sud de sa limite; de même, à la faveur de l'encaissement marqué des cours d'eau qui traversent le faisceau salinois (la Loue, le Lison, la Furieuse) le drainage souterrain de la partie nord des plateaux de Champagnole et de Nozeroy se fait en majeure partie vers le bassin du Doubs.

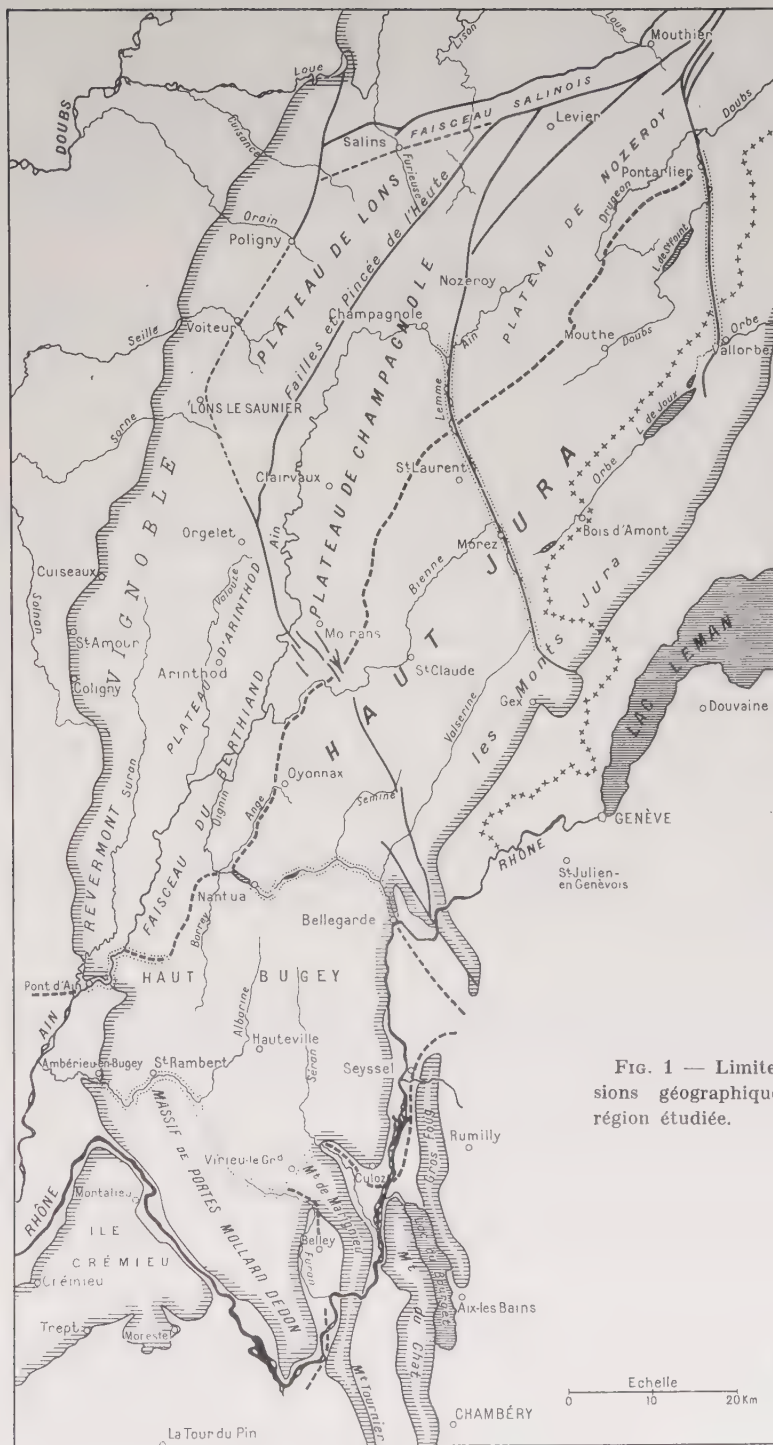


FIG. 1 — Limites et divisions géographiques de la région étudiée.

Les divisions utilisées sont fondées essentiellement sur la structure et la morphologie. Le faisceau salinois, les plateaux, la haute-chaine sont des divisions à la fois tectoniques et géographiques. Les grandes coupures d'érosion traversant toute la chaîne (cluses de Nantua et des Hôpitaux, cours du Rhône) reliées aux grands accidents transverses (cluses de Morez, de Pontarlier) introduisent des divisions naturelles faciles à définir et à délimiter.

Ainsi, du S au N et de l'E à l'W j'ai distingué 9 régions :

- L'île Crémieu ou Plateau de Crémieu;
- Le massif de Portes - Molard Dedon;
- Les chaînons orientaux : monts de Marignieu et Jura savoisien;
- Le faisceau de plis entre les cluses des Hôpitaux et de Nantua;
- La haute-chaine entre Nantua et Morez;
- La haute-chaine entre Morez et Pontarlier;
- Les plateaux;
- Le faisceau salinois;
- Les pays à l'Ouest de l'Ain.

#### CADRE STRATIGRAPHIQUE.

Quelques notions fondamentales de stratigraphie sont rapidement examinées afin de bien préciser l'esprit dans lequel a été réalisé le cadre stratigraphique qui forme, à la fois, un des buts et la trame de cette étude. En particulier :

- Il est fondamental de séparer lithostratigraphie et chronostratigraphie; la distinction est d'importance dans la région étudiée où l'on a souvent assimilés à des étages des faciès comme l' "Argovien" ou le "Rauracien".

- La notion de zone elle-même s'est diversifiée depuis A. OPPEL; la distinction de plusieurs types de zones conduit à une clarification nécessaire de nos concepts, mais les zones utilisables dans une étude biostratigraphique appliquée à une région suffisamment étendue restent les zones oppéliennes.

- L'étage dans sa conception chronostratigraphique apparaît de plus en plus comme une notion conventionnelle ayant la valeur d'une division du temps. Le problème pratique de son identification, c'est-à-dire la reconnaissance de ses limites en dehors et aussi loin que possible de son stratotype n'est possible, au moins actuellement, que par le biais de l'analyse biostratigraphique.

En conséquence, toute discussion sur les interprétations de l'étage Oxfordien paraît dénuée d'intérêt. L'Oxfordien est utilisé avec son sens originel : c'est l'Oxfordien au sens large par opposition à l'Oxfordien au sens réduit, souvent employé en France. Il débute avec la zone à Mariae et se termine sous la zone à Platynota qui correspond (dans le domaine méso-géen) à la zone à Baylei de la base du Kimméridgien dans le stratotype.

## HISTORIQUE.

Il est volontairement limité aux contributions les plus importantes et ne comporte pas de référence aux études locales; ces dernières sont citées à propos des historiques particuliers précédant les descriptions de chaque unité géographique.

Conçu de façon analytique et critique le but de cet historique est double : d'une part, faire le point actuel du sujet, d'autre part dégager les directions de recherches éventuelles.

Des quatre périodes par lesquelles passe l'histoire des connaissances sur l'Oxfordien du Jura, on ne retiendra que les faits essentiels.

- Jusqu'en 1875 : les premiers travaux. Ils sont consacrés surtout à l'établissement d'une "classification des terrains" et cette période voit la création de nombreux termes lithologiques; l'Argovien de J. MARCOU (1848) et le Rauracien de J.B. GREPPIN prendront rang d'étages.

Déjà sont mis en évidence les variations d'épaisseur des "marnes oxfordiennes" (J. MARCOU, 1846) et du "terrain à chailles" (A. GRESSLY, 1838-1841), les changements de "faciès" (introduit pour la première fois par A. GRESSLY) du terrain à chailles du NW vers le SE, la "compensation" entre les faciès marneux du NW et les faciès calcaires au SE (J. MARCOU, 1846 - E. DESOR et A. GRESSLY, 1859).

- De 1875 à 1885 : l'oeuvre de P. CHOFFAT. Pendant ces dix années, P. CHOFFAT domine la géologie jurassienne, au moins en ce qui concerne l'Oxfordien. Pour la première fois également, l'Oxfordien est envisagé à l'échelle de la chaîne entière et une synthèse est proposée.

P. CHOFFAT reconnaît deux zones de faciès, le faciès franc-comtois au NW, le faciès argovien au SE; le second vient recouvrir le premier en direction nord-ouest et les épaisseurs de chacun varient en raison inverse; ce remplacement mutuel est expliqué par un basculement de la chaîne du NW vers le SE. P. CHOFFAT n'admet ni lacune, ni réduction d'épaisseur de certains niveaux; ainsi les deux faciès seraient de même âge et le faciès argovien de plus en plus récent vers le NW.

Ces deux points sont déjà mis en doute du vivant de P. CHOFFAT.

- De 1885 à 1936 : la période de transition. Elle n'est pas dominée par un nom ou une orientation unique des recherches. C'est bien l'époque des grandes monographies paléontologiques (P. de LORIOU - A. de RIAZ - W. LEE - J. RONCHADZE) mais leur incidence sur les problèmes stratigraphiques encore en suspens reste faible.

S'opposant à KOPY qui défend les idées de P. CHOFFAT, L. ROLLIER affirme l'é-

quivalence des faciès mameux de l'Argovien et des faciès coralliens ou Rauracien; des lacunes ou des niveaux réduits représentent l'Oxfordien s.st. à la base de l'Argovien. C'est aussi l'opinion de A. RICHE pour la région étudiée ici.

- Les travaux récents depuis 1944. Les vieux problèmes reviennent périodiquement : relations entre les faciès à coraux et les faciès vaseux, "querelle" du Rauracien, âge des niveaux oolithiques et ferrugineux rencontrés sous les couches de Birmensdorf.

De cette période on retiendra plutôt le travail de D. AUBERT (1947) qui ouvre la voie des "synthèses stratigraphiques modernes" en recherchant les rapports éventuels entre les faciès des terrains secondaires et les déformations envisagées comme une préfiguration des plissements actuels. A cette notion des "plis embryonnaires", M. DREYFUSS (1954, 1960) substitue celle de subsidence différentielle. Dans la mesure où il reste des problèmes stratigraphiques en suspens comme ceux signalés plus haut, ces tentatives sont nécessairement limitées dans leurs résultats.

En conclusion, le but poursuivi dans ce travail est "la synthèse stratigraphique de l'Oxfordien" dans la moitié sud du Jura; elle comprend nécessairement la réalisation d'un cadre stratigraphique fondé sur :

- une lithostratigraphie à base de formations définies uniquement sur des critères lithologiques;
- une biostratigraphie des faunes d'ammonites appuyée sur une véritable étude paléontologique;
- des corrélations établies à la fois par la lithostratigraphie (horizons repères) et par les faunes.

Ainsi, dans les limites des données de cette "macrostratigraphie" j'ai pu aborder les problèmes concernant la paléogéographie, les mouvements du fond, les phénomènes de condensation, les lacunes et les remaniements, la reprise de sédimentation ou "transgression argovienne", la sédimentation et en particulier l'apparition et le développement de certains faciès en liaison avec la subsidence.

---

## MONOGRAPHIES REGIONALES

---

Les données du terrain constituent le support concret de toutes recherches ultérieures, non seulement en biostratigraphie, mais également dans les autres domaines; or ce support concret, sauf de rares exceptions, n'avait guère progressé depuis P. CHOFFAT; l'interprétation lithostratigraphique elle-même s'en trouvera modifiée.

Cependant, la description détaillée des coupes et des affleurements n'a pas sa place ici; elle occupe une part importante dans le mémoire paru aux "Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon" auquel on voudra bien se reporter. Les coupes y sont groupées en accord avec les divisions établies précédemment (p. 56); je conserverai le même plan pour présenter les traits majeurs de l'Oxfordien dans la région étudiée, du S vers le N et de l'E vers l'W. Les formations qui regroupent les éléments des coupes détaillées seront définies dans la "Synthèse stratigraphique".

### I - L'OXFORDIEN DE L'ILE CREMIEU.

La série stratigraphique y est légèrement différente de celle admise par les auteurs antérieurs :

Dans le groupe calcaire supérieur on trouve les "Calcaires à Pinna" et les "Calcaires à Myes" ou "Couches de Sablonnières"; ces dernières étaient assimilées aux "Couches du Geissberg" par A. de RIAZ et F. ROMAN. A la base, les "Couches de Soleymieu" représentent le "Séquanien pélagique" de A. de RIAZ; elles constituent un terme de transition avec les "Couches de Bouvesse" (du groupe inférieur) auxquelles les rattache leur faune.

Dans le groupe marno-calcaire on reconnaît toujours de haut en bas : les "Couches de Bouvesse" et les "Couches de Montchalin" formant une alternance marno-calcaire interrompue par des biohermes d'éponges; les "Couches du Geissberg" correspondent aux intercalations plus calcaires au sommet de la série mameuse des "Couches d'Effingen"; les "Couches de Birmensdorf" ou "Couches à spongiaires du niveau de Trept" dont la faune a été décrite par A. de RIAZ.

La limite Dogger-Malm est marquée par une assise de remaniement à Saint-Hilaire-de-Brens; au N, près de Montalieu, les "Couches à sphériles" sont signalées pour la première

fois dans cette région; par contre les "Marnes à Cr. renggeri" restent inconnues.

Les changements d'épaisseur et de lithologie s'effectuent du SW vers le NE. Dans cette direction on note :

- la disparition de la lacune qui, à Saint-Hilaire-de-Brens, intéresse tous les niveaux inférieurs aux couches de Trept seulement représentés par des éléments roulés.
- le développement de petits biohermes d'éponges dans les Couches du Geissberg d'Optevoz et de Bouvesse.
- le remplacement des Calcaires à Pinna, et aussi des Calcaires à Myes, par les Calcaires pseudolithographiques qui sont le faciès habituel sur la rive droite du Rhône.

La faune est abondante malgré la relative pauvreté de certains niveaux. Indépendamment des problèmes de zonation qui seront examinés dans un chapitre à part et pour l'ensemble de la région étudiée, elle fournit des repères locaux permettant de préciser la position de niveaux isolés comme les Couches de Soleymieu de A. de RIAZ.

L'ensemble de la série peut être pris comme type de référence pour l'étude de l'Oxfordien et des problèmes qu'il pose dans le reste du domaine jurassien.

## II - L'OXFORDIEN DANS LE MASSIF PORTES - MOLARD DEDON.

A la suite des travaux de P. CHOFFAT (1878) et de A. RICHE (1898, 1900) la succession stratigraphique comprend de haut en bas :

- Calcaires pseudolithographiques.
- Marnes et mamo-calcaires à A. bimammatus, également avec des biohermes d'éponges.
- Mamo-calcaires hydrauliques ou Couches du Geissberg.
- Mamo-calcaires à C. altemans ou Couches d'Effingen.
- Calcaires à Och. canaliculatum et spongiaires ou Couches de Birmensdorf.
- Marnes à Cr. renggeri et C. cordatum comprenant les Couches à sphériles ou Marnes à rognons mamo-calcaires de A. RICHE.

Ainsi, dans le Massif Portes - Molard Dedon l'Oxfordien est très semblable à celui de l'Ile Crémieu, surtout dans la partie nord, avec semble-t-il une épaisseur légèrement supérieure pour quelques formations : Marnes à Cr. renggeri, Couches à sphériles et Calcaires pseudolithographiques. Au moins à la partie inférieure ceux-ci offrent des faciès proches de celui des Couches à Myes de Poleyrieu - Sablonnières.

La partie méridionale (Crotel, Prémeyzel) est à part avec possibilité de réduction, voire lacune, de l'Oxfordien inférieur et disparition des faciès à spongiaires dans les Calcaires lités, tendances que nous verrons s'affirmer dans les chaînons jurassiens de Savoie.

### III - L'OXFORDIEN DES CHAÎNONS ORIENTAUX.

---

Dans les Monts de Marignieu, malgré le caractère discontinu des affleurements, la succession est conforme à celle décrite pour le Massif de Portes - Molard Dedon; en particulier le niveau repère des "Calcaires pisolithiques" limite nettement vers le haut les formations étudiées.

La série devient plus homogène et monotone en Savoie avec seulement deux ensembles bien nets au-dessus des Couches de Birmensdorf, les Calcaires hydrauliques à la partie inférieure, les Calcaires lités et pseudolithographiques au-dessus. Le calcaire pisolithique n'y est pas connu, mais on retrouve dans la partie supérieure des Calcaires pseudolithographiques les niveaux à brachiopodes et lamellibranches des régions occidentales. Un changement lithologique accompagné d'une faune d'âge kimméridgien limite l'Oxfordien au sommet.

Sans empiéter sur le chapitre qui traitera de la biostratigraphie et des corrélations basées sur la faune, le moment est venu de souligner les "anomalies" de la stratigraphie proposée récemment par D. AGER et D. EVAMY (1963).

A l'Ouest (Monts de Marignieu), sous la "pisolithe" placée à la base du "Virieu Limestone", dont la disparition vers l'Est est bien notée, ils reconnaissent :

- les Oignon-Beds qui sont les Calcaires pseudolithographiques de A. RICHE.
- les Chavoley-Beds correspondant à la série :
  - ( Calcaires lités,
  - ( Couches du Geissberg,
  - ( Couches d'Effingen,
  - ( Couches de Birmensdorf.

Dans la partie orientale, il devient manifeste que ces Chavoley-Beds comprennent toutes les formations jusques et y compris les niveaux à faune kimméridgienne (couches à A. acanthicus de CHOFFAT); en effet, ils citent des formes depuis la zone à Plicatilis jusqu'à la zone à Tenuilobatus. Jusqu'ici, rien à dire, car de cela on pourrait conclure à l'hétérochronie de la limite supérieure des Chavoley-Beds. Mais il n'est plus possible de les suivre quand, s'appuyant sur ces faunes, ils repoussent les Oignon-Beds dans le Kimméridgien inférieur et la "Pisolithe" dans le Kimméridgien supérieur. Les faits vont à l'encontre de cette façon de voir : partout où elle a pu être datée (Île Crémieu, Grand Colombier, Champfromier) la pisolithe marque la limite Oxfordien - Kimméridgien.

#### IV - L'OXFORDIEN ENTRE LES HOPITAUX ET LA CLUSE DE NANTUA.

---

De l'examen des coupes et affleurements nombreux dans cette partie du Jura méridional se dégagent quelques traits essentiels :

-- Au moins à l'échelle de la formation, homogénéité de la succession lithologique; si on écarte les questions de nomenclature qui seront abordées plus tard, les divisions adoptées sont, dans l'ensemble, celles de E. JACQUEMIN et de A. RICHE.

-- Les Marnes à Cr. renggeri et les Couches à sphérites sont partout présentes : il n'y a jamais lacune des termes inférieurs de l'Oxfordien. A vrai dire, un doute peut subsister pour la partie nord-est (plateau de Retord), mais, comme à Champfromier, sur l'autre bord de la cluse de Nantua (cf. p. 63), les Marnes à Cr. renggeri au moins sont présentes, une lacune me paraît peu probable.

-- Les variations d'épaisseur et dans la lithologie se font du NW vers le SE. Malgré les difficultés à obtenir des valeurs mesurées précises, des variations dans l'épaisseur des Marnes à Cr. renggeri et surtout des Couches à sphérites sont certaines. Les valeurs les plus fortes sont dans la région occidentale (Vieu d'Izenave, Cléon, Evosges. etc.), la diminution d'épaisseur se faisant vers l'ESE. Ainsi les Couches à sphérites ont 5 m environ à Vieu d'Izenave et se réduisent à moins de 1 m à Arvières dans le chañon du Grand-Colombier. Le même phénomène, dans les mêmes conditions, affecte les Couches de Birmensdorf.

Pour les formations supérieures aux Couches à spongiaires, on note plutôt des changements lithologiques. De façon générale, on constate le développement des niveaux marneux et la disparition des formations à éponges vers l'ESE; rappelons ici:

- la réduction en nombre et en importance des intercalations de calcaires hydrauliques à la partie inférieure des Couches d'Effingen; la disparition du lit de térébratules bleues, dans la partie supérieure, va dans le même sens.

- les Couches du Geissberg formées d'un nombre réduit de "bancs" calcaires, à Vieu d'Izenave, s'effilochent en une série de bancs calcaires séparés par d'importants niveaux marneux, à Evosges et à Tenay.

- disparition du "banc de fer" à la base des Calcaires lités, et des intercalations à spongiaires rencontrées à différents niveaux de cette formation à Evosges; ces horizons repères manquent à Colliard et au Grand-Colombier.

- au sommet des Calcaires pseudolithographiques le développement de "bancs oolithiques" dans la partie nord-ouest du domaine étudié. Partout leur limite supérieure est nette et correspond à l'apparition du Banc à momies principal, même lorsque celui-ci se réduit en épaisseur, par exemple au Grand-Colombier-de-Culoz, en direction SE également.

Les variations sont d'ailleurs en accord avec la vaste étendue examinée ici.

## V - L'OXFORDIEN DE LA HAUTE-CHAÎNE ENTRE NANTUA ET MOREZ.

---

Par sa série stratigraphique, cette partie de la haute-chaîne appartient au domaine à faciès argovien. Mais déjà au NW, dans la partie supérieure, apparaissent des niveaux oolithiques et bioclastiques.

Les variations dans la lithologie et les épaisseurs paraissent moins nettement ordonnées que dans les régions vues antérieurement. On peut remarquer cependant :

- l'absence des marnes à Cr. renggeri et des couches à Ph. exaltata dans une grande partie de la région étudiée; les premières ne sont bien représentées qu'au Sud et à l'Ouest, les niveaux à sphérites à Nantua et Apremont seulement. Les faciès réduits de la partie inférieure de l'Oxfordien (pseudobrèche ferrugineuse de Saint-Claude) sont connus vers le Nord et le Sud jusqu'aux accidents de Morez et du Vuache-Molinges.

- les Couches de Birmensdorf voient leur importance diminuer à la fois vers l'Ouest-Nord Ouest et vers l'Est. Les épaisseurs maximales sont dans la région de Saint-Claude où les biohermes atteignent également leur développement le plus grand.

- pour les termes supérieurs de l'Oxfordien, les changements s'ordonnent suivant des limites de direction SW-NE, que ce soit le développement des bancs à Pernes dans les Couches d'Effingen à la Chaux du Dombief, l'individualisation des bancs calcaires des Couches du Geissberg, le développement des niveaux grumeleux à spongiaires au sommet des Calcaires lités, l'apparition des bancs oolithiques et à débris dans la partie supérieure des Calcaires pseudolithographiques ou l'extension des bancs à momies.

En conséquence, les Monts Jura, au bord oriental de la région étudiée, se séparent nettement du reste de la haute-chaîne par plusieurs traits qui rappellent ceux déjà vus pour les chaînons savoisiens :

- grande épaisseur de la série stratigraphique.
- homogénéisation des faciès qui ne permet plus de séparer nettement les Couches du Geissberg ou les Calcaires lités par exemple.
- absence de la "Pisolithe" et passage continu aux Couches à Ataxioceras (= Couches à Am. polylocus ou Am. acanthicus des anciens auteurs) qui sont connues, à l'Ouest, au-dessus des bancs à momies.
- cette absence est compensée par des faunes permettant de tracer la limite paléontologique de l'Oxfordien et du Kiméridgien sur les mêmes bases qu'en Argovie et dans l'Alb souabe et franconien : la zone à Platynota a pu être individualisée dans le secteur de la Faucille; c'est actuellement le seul point où elle est connue dans le Jura français.

## VI - L'OXFORDIEN DE LA HAUTE-CHAÎNE ENTRE MOREZ ET PONTARLIER.

---

Les observations, moins nombreuses dans cette partie de la haute-chaîne que dans les précédentes unités, ne permettent pas des conclusions aussi complètes. Avec la "haute-chaîne au Sud de Morez" les différences sont peu importantes et nous retrouvons dans cette partie interne de la chaîne les caractères du "domaine à faciès argovien" :

- régime irrégulier des dépôts de la limite Dogger-Malm.
- grand développement du faciès marno-calcaire correspondant à la "trilogie argovienne" (Couches de Birmensdorf, d'Effingen et du Geissberg) et aux niveaux que j'ai nommés "Calcaires lités".

Cependant on note :

- dans ces Calcaires lités, l'absence des niveaux supérieurs à spongiaires en forme de boules épineuses de Saint-Claude.
- au sommet de l'Oxfordien s.l., les niveaux bioclastiques ou "Couches du Morillon" gagnent vers le bord interne de la chaîne. Les calcaires pisolithiques, coralligènes (avec Diceras, Stromatopores, mélobésiées), graveleux ou oolithiques s'étendent jusqu'à la vallée de Joux en territoire suisse : faciès du Risoux de D. AUBERT. Le faciès du Mont Tendre, à l'Est du Val de Joux, prolonge le faciès des Monts Jura, mais une assise coralligène épaisse de 12 mètres vient s'intercaler au milieu de la série où alternent marnes et calcaires à pâte fine.

## VII - L'OXFORDIEN DE LA PARTIE NORD DES PLATEAUX ET DU FAISCEAU SALINOIS.

---

C'est également la zone de passage du faciès argovien au faciès franc-comtois; ce passage se traduit :

- par le développement rapide des Couches à sphériles vers le NW : elles manquent ou se réduisent à un lit de rognons calcaires au Sud de Boujailles; à Arc-sous-Montenot, elles atteignent au moins 10 mètres.
- par la disparition des Couches de Birmensdorf à partir d'Arc-sous-Montenot (toujours en direction NW) où il y a encore des spongiaires. Dans le faisceau salinois, des niveaux subcoralliens en occupent la place.
- les Calcaires hydrauliques de faciès homogène et monotone remplacent totalement les Couches d'Effingen. Ils sont encadrés par deux niveaux coralliens ou subcoralliens dans les coupes du faisceau salinois, mais plus au Nord à Etemoz, Fertans (où j'ai fait quelques courses), les Calcaires hydrauliques manquent totalement; on rencontre un seul niveau corallien de plus grande épaisseur.

## VIII - L'OXFORDIEN DU PLATEAU DE CHAMPAGNOLE.

Les traits majeurs de l'Oxfordien dans cette région se dégagent assez bien des quelques coupes décrites. Ce sont :

### 1 - La constance de certains niveaux du point de vue lithologique.

- Les termes inférieurs de l'Oxfordien sont partout présents, sauf à Chatelneuf où les Marnes à Cr. renggeri sont seules bien développées.
- Les Couches d'Effingen et du Geissberg sont très homogènes avec seulement des changements d'épaisseur.
- Les niveaux bioclastiques, à débris d'échinodermes et oolithes (Couches du Morillon) admettent localement des biohermes à polypiers.

### 2 - Les changements lithologiques sont plus importants pour d'autres formations :

- Les Couches de Birmensdorf sont connues seulement à l'extrémité nord, près de Champagnole (Mont-Rivel, La Billode), à la base des Calcaires hydrauliques partout très importants.
- A Meussia et Chatillon-sur-Ain, les Calcaires siliceux occupent une place plus ou moins grande à la base des mêmes Calcaires hydrauliques.
- Les variations lithologiques des Calcaires hydrauliques sont plus limitées : les niveaux calcaires repères de Chatelneuf - Chatillon-sur-Ain manquent à Meussia.
- Les Calcaires lités seulement grumeleux à Chatelneuf s'accompagnent de concrétions sphériques épineuses (spongiaires) à Meussia, Clairvaux ...

3 - Les changements d'épaisseur concernent surtout les formations homogènes lithologiquement : Calcaires hydrauliques, Calcaires lités, Couches d'Effingen. Les plus grandes épaisseurs sont dans la région de Champagnole (Chatelneuf, Mont-Rivel); vers l'Ouest se produit une réduction plus ou moins rapide suivant les niveaux.

Ainsi, variations d'épaisseur et changements lithologiques se font suivant une ligne Nord-Sud. Cette partie du plateau de Champagnole joue le rôle de zone de passage au domaine occidental comme sa partie nord fait transition aux faciès salinois.

## IX - L'OXFORDIEN DES PAYS A L'OUEST DE L'AIN.

Bordant au N la zone des plateaux, au S les chaînons méridionaux du Jura plissé,

cette région juxtapose à ses caractères propres ceux des régions voisines.

1 - La réapparition du faciès argovien intéresse l'extrémité méridionale du Revermont et le faisceau du Berthiand. On retrouve ainsi les Couches de Birmensdorf à la base des Calcaires hydrauliques dans la même position que les Calcaires siliceux au Nord.

Les niveaux à concrétions grumeleuses et épineuses diminuent en importance et en nombre vers le Sud; à partir d'une ligne E-W passant entre Jasseron et Ceyzériat ils sont seulement représentés par les niveaux grumeleux à spongiaires et pyrite souvent à brachiopodes sur lesquels E. JACQUEMIN a déjà attiré l'attention. Le 3ème niveau à concrétions au Nord, la lumachelle à térébratules et les bancs à brachiopodes et encrines au Sud (= Glypticien de E. JACQUEMIN) marquent la limite avec la formation suivante : soit les Couches du Morillon, soit les Calcaires pseudolithographiques.

2 - L'importance des marnes à la partie inférieure de l'Oxfordien est propre à cette région. Elle résulte surtout de la réduction des niveaux calcaires à quoi s'ajoute le débit sphérique de plus en plus marqué.

Ces deux phénomènes correspondent à l'effilochement de formations primitivement calcaires et formées de bancs continus avec rares et minces lits marneux entre eux comme les Calcaires siliceux et les Couches du Geissberg. Cette évolution affecte également la partie inférieure des Calcaires hydrauliques qui prend le même faciès que les Calcaires siliceux.

3 - Les variations d'épaisseur sont moins accentuées que dans les précédentes régions étudiées. Comme les variations lithologiques, elles se font suivant des directions E-W ou SSW-NNE toujours plus ou moins obliques sur les lignes tectoniques actuelles.

---

## SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE

---

Elle comprend le regroupement des données éparses dans les coupes ou résultant d'observations fragmentaires et localisées, permettant de dégager les éléments nécessaires à l'établissement de corrélations aussi poussées que possible : les unités qui composent l'ensemble lithologique oxfordien et les faunes d'ammonites qui se succèdent au cours de l'Oxfordien.

Dans le cadre stratigraphique ainsi obtenu prend place tout naturellement l'examen des relations entre la paléogéographie, la sédimentation et les déformations du fond.

Ces trois aspects sont examinés dans l'ordre.

### I - ENSEMBLE LITHOLOGIQUE OXFORDIEN.

#### A/ Limites.

Suivant les recommandations du Colloque du Jurassique, tenu à Luxembourg en 1962, j'ai fait débiter l'Oxfordien avec la zone à Mariae; sa limite supérieure est placée sous la zone à Platynota du domaine mésogéen.

L'ensemble lithologique étudié coïncide rarement avec la limite inférieure de l'Oxfordien; il inclut souvent des niveaux d'âge callovien correspondant à la zone terminale de l'étage (zone à Lamberti); il est quelquefois incomplet à sa base.

Au sommet, le repère du "Calcaire à momies principal" présente une vaste étendue régionale et offre l'avantage d'être daté au moins dans une partie de son aire d'extension. Il servira donc à définir la limite supérieure de l'ensemble lithologique étudié; elle coïncide localement (au S et à l'E) avec la limite supérieure de l'étage oxfordien (zone à Platynota).

#### B/ Unités lithologiques.

A côté des divisions lithologiques déjà individualisées par P. CHOFFAT, A. RICHE ...., d'autres sont reconnues ou nommées pour la première fois.

### 1 - Marnes à Creniceras renggeri.

De bonnes descriptions de cette formation existent dans la littérature antérieure, en particulier par L.A. GIRARDOT (1900, p. 167). Je citerai également P. CHOFFAT (1878) et, pour la Franche-Comté septentrionale, A. GIRARDOT (1896).

La limite inférieure correspond généralement au cordon à fossiles phosphatés reposant sur la surface supérieure corrodée des derniers bancs calcaires calloviens. La séparation avec l'unité suivante est placée au niveau du "premier banc calcaro-mameux plus résistant qui se délite en sphérites ou du moins se montre fortement bosselé en dessus et même, en dessous...." (L.A. GIRARDOT, 1900, p. 176).

C'est seulement au N de la région étudiée (Mont-Rivel, Arc-sous-Montenot, Dournon) que les "Marnes à Cr. renggeri" se laissent subdiviser au niveau du "Banc bleu" formant ressaut.

Les "Marnes à Cr. renggeri" manquent au bord interne de la chaîne suivant une ligne Optevoz, Crotel, Belley, Culoz, Bellegarde, Forens, E des Bouchoux, Saint-Claude, Morez, Pontarlier.

### 2 - Couches à sphérites.

Cette unité se définit comme une alternance de lits marneux plus ou moins épais et de bancs calcaires débités en "nodules" de grande dimension; elle correspond, au moins en partie, aux "Couches à Ph. exaltata" de F. OGERIEN (1867) et de P. CHOFFAT (1878), ainsi qu'à l' "assise mameuse à rognons marmo-calcaires" de A. RICHE (1897), pour le Jura méridional. Par contre, le terme "terrain à chailles" parfois utilisé est impropre; pour la région étudiée ces "nodules" ne sont jamais siliceux.

La base de la formation a déjà été définie; la limite supérieure est généralement nette, car liée à l'apparition de formations calcaires traduisant un important changement lithologique : calcaires bioclastiques du faisceau salinois, calcaire siliceux à Arc-sous-Montenot, Couches de Birmensdorf dans le reste de leur aire.

Leur extension est moindre que celle des Marnes à Cr. renggeri; vers l'E, les Couches à sphérites se terminent en biseau entre celles-ci et les Couches de Birmensdorf.

### 3 - Les Couches de passage.

Créé par P. CHOFFAT (1875) ce terme désigne également une alternance de marnes et de lits calcaires plus ou moins noduleux, souvent réunie aux Couches à sphérites (ou à Ph. exaltata). Cependant l'ensemble est ici plus marneux, surtout à la partie inférieure, avec une faune de pyriteux. En conséquence la limite avec les Marnes à Cr. renggeri sous-jacentes est

souvent difficile à tracer; elle est placée à l'apparition du premier niveau calcaire. En dehors du Mont-Rivel où les Couches de passage sont recouvertes par les Couches de Birmensdorf, la limite supérieure est donnée par les Calcaires siliceux. L'excellent niveau repère formé par le banc à Parallelodon occupe environ le milieu de l'unité.

L'aire de répartition de ces couches est limitée au faisceau occidental (Revermont, Vignoble, plateau d'Arinthod) et à la partie sud du plateau de Champagnole.

#### 4 - Calcaires siliceux.

C'est une partie des Couches à Ph. exaltata de P. CHOFFAT; en effet, ils offrent localement le mode de débit noduleux de ces couches.

Normalement (Ceffia, Meussia), les Calcaires siliceux correspondent à une série calcaire stratifiée, formant barre, en bancs bien réglés, séparés par des lits mameux. C'est seulement vers le SW (Valfin-sur-Valouze, Epy, Chapelle-Saint-Alban près Lains, Germagnat, Arnans) que le débit noduleux se développe en même temps que l'épaisseur augmente.

La silice à l'état diffus est très constante; elle forme aussi, en partie ou en totalité, le test des organismes. On ne trouve pas de concentrations siliceuses en dehors des fossiles, sauf à Arc-sous-Montenot et dans le faisceau salinois (A. CAIRE, 1953), au sein d'un calcaire grenu ou cristallin, blanc jaunâtre ou jaune clair, à débit irrégulier; ce calcaire d'Arc-sous-Montenot est rattaché aux Calcaires siliceux.

Les Calcaires siliceux recouvrent les Couches de passage ou les Couches à sphérites; à leur sommet ils sont limités par les Calcaires hydrauliques. Ils occupent le bord externe de la chaîne entre le faisceau salinois et le Revermont, partout où manquent les Couches de Birmensdorf.

#### 5 - Niveaux condensés de l'Oxfordien inférieur.

Les niveaux calcaires ont en commun leur situation entre les calcaires calloviens au mur et les Couches de Birmensdorf au toit, leur faible épaisseur, la présence de glauconie ou d'oolithes et nodules ferrugineux.

Tous étaient connus dans la littérature antérieure; au Pontet et à Pontarlier ils ont donné lieu à des polémiques. Signalons :

- l' "Argile bariolée" à éléments roulés de Saint-Hilaire-de-Brens (R. ENAY et C. MANGOLD, 1959).
- les Couches du cimetière d'Optevoy (F. ROMAN et H. BLONDET, 1926).
- les Bancs glauconieux de la Faucille (P. CHOFFAT, 1878).
- la Pseudobrèche ferrugineuse de Saint-Claude (cf. A. RICHE, 1893).

- l'Oolithe ferrugineuse de Pontarlier (L. COLLOT, 1910, 1911 - M. DREYFUSS et H. TINTANT, 1946).

## 6 - Couches de Birmensdorf.

L'appellation de Couches de Birmensdorf est prise avec une acceptation stricte, pour désigner uniquement les niveaux avec spongiaires abondants, en biohermes ou biostromes occupant une place déterminée dans la succession des assises.

On peut distinguer ainsi :

- les formations à spongiaires sans biohermes ou biohermes rares et peu volumineux où alternent calcaires compacts et calcaires marneux gris, grumeleux.

- les formations à spongiaires avec biohermes en forme de lentilles ou de dômes à base plane et convexes vers le haut, reliés à des niveaux calcaires ou se terminant au sein des marnes; entre les biohermes ou même complètement isolés par eux sont disposés des ensembles stratifiés marno-calcaires grumeleux.

Dans la région de Saint-Claude où le faciès avec biohermes atteint son développement maximal (20 m) on a pu établir des subdivisions au sein de cette formation :

- . à la base, les marno-calcaires grumeleux inférieurs, bien stratifiés, comme dans le faciès sans biohermes.

- . formant la plus grande partie de la formation, le niveau des biohermes avec des rythmes de sédimentation enregistrés de façon spécifique par les biohermes (interruption de la construction) et les séries stratifiées intermédiaires (surface d'arrêt de sédimentation).

Les Couches de Birmensdorf reposent sur différents niveaux : Couches à sphériles, Couches de passage, Marnes à Cr. renggeri, Callovien, par l'intermédiaire d'un niveau de remaniement ou même directement. La limite supérieure est donnée par le développement des Couches d'Effingen ou des Calcaires hydrauliques.

L'extension des Couches de Birmensdorf vers l'Ouest est donnée par une ligne Gravelles, Oyonnax, Molinges, Château des Prés, La Chaux-du-Dombief, La Billode, Crotenay, Valempoulière, Andelot-en-Montagne, Boujailles, Sombacour.

## 7 - Calcaires hydrauliques.

Jusqu'ici (P. CHOFFAT, 1878; R. ENAY, 1964) les bancs calcaires à la base des marnes à fossiles pyriteux des Couches d'Effingen étaient rattachés à celles-ci; maintenant, je crois possible et nécessaire de reconnaître dans les Couches d'Effingen de P. CHOFFAT deux termes séparés par un niveau repère de valeur régionale.

En effet, partout, les Calcaires hydrauliques sont terminés par une série de 4 à 6 bancs calcaires gris jaunâtre, marbrés, riches en pyrite, débités en gros blocs anguleux, rapidement altérés à l'air, à patine jaune ou ocre, supportant des surfaces durcies et ferritisées.

Au-dessous alternent régulièrement calcaires à grain fin, gris clair, en bancs réguliers et niveaux marneux ou délités peu épais; les marnes peuvent prendre une importance supérieure à celle des calcaires quand l'épaisseur d'ensemble augmente.

Les Calcaires hydrauliques reposent sur les Calcaires siliceux ou sur les Couches de Birmensdorf sur la marge occidentale de leur domaine d'extension; vers l'E, ils disparaissent quand se développe le faciès avec biohermes des Couches de Birmensdorf, alors directement en contact avec les Couches d'Effingen.

#### 8 - Couches (ou Marnes) d'Effingen.

Le deuxième terme de la trilogie argovienne de C. MOESCH, introduit dans le Jura du S par P. CHOFFAT est conservé après que j'en ai retiré les Calcaires hydrauliques.

Il y a peu de chose à ajouter à ce qu'en a dit CHOFFAT sauf l'individualisation de quelques horizons-repères comme le "banc à Am. alternans et Prosc. colleti" connu de Châtelneuf à Indrieux ou la "lumachelle de térébratules bleues" rencontrée depuis Apremont jusqu'à Indrieux.

A la base le contact avec les Couches de Birmensdorf ou les Calcaires hydrauliques est franc; au contraire, avec les Couches du Geissberg la limite est parfois difficile à tracer, quand des intercalations calcaires occupent le sommet des Couches d'Effingen.

La formation est connue dans toute la région étudiée sauf au NW où elle disparaît au moment où se montrent les faciès coralliens et subcoralliens du faisceau salinois.

#### 9 - Couches du Geissberg.

A la suite de P. CHOFFAT je conserve ce nom pour l'épisode calcaire qui termine la série d'Effingen; cependant, dans tout le secteur occidental, entre la barre calcaire plus ou moins apparente et le banc limite inférieur de la formation suivante, se trouve un épais niveau marneux que je rattache encore aux Couches du Geissberg; c'est d'ailleurs là que sont les plus fortes épaisseurs.

L'épisode calcaire formé d'une double barre avec une intercalation marneuse médiane se réduit rapidement à sa périphérie aussi bien vers l'ESE que vers le NW; ainsi il affecte la forme d'une vaste lentille intercalée au sommet des Couches d'Effingen.

Les limites de cette unité sont assez floues, sauf dans la région où règne le véritable faciès calcaire (Savigna); les Couches du Geissberg ont une extension quasi générale; elles manquent dans le faisceau salinois et au Mont du Chat.

## 10 - Calcaires lités,

Le nom est repris, à peine modifié, de E. JACQUEMIN, le seul à avoir reconnu le caractère fondamental de la formation d'être "en majeure partie formée de calcaires bien lités". Mais comme P. CHOFFAT il accorde une importance excessive aux niveaux à spongiaires développés à différentes hauteurs dans la série.

Les ensembles stratifiés sont faits de calcaire à grain fin, parfois sublithographique, de teinte claire, à pyrite plus ou moins abondante, en bancs peu épais, bien réglés, séparés par des lits mameux ou délités.

A l'W, de l'Ile Crémieu à Chatelneuf, un épisode mameux ou mamo-calcaire sépare deux ensembles calcaires où sont développées les formations à spongiaires; celles-ci sont de deux types.

Les biohermes jouent un rôle important dans l'Ile Crémieu, le Massif de Portes - Molard Dedon et les chaînons au S de l'accident Culoz - Aranc - Cerdon : c'est le faciès à biohermes.

Les biostromes constituent le mode d'accumulation le plus fréquemment réalisé, seuls ou associés aux biohermes. Le faciès grumeleux de P. CHOFFAT en est le type le plus remarquable. L'élément caractéristique est constitué par les nombreuses "concrétions calcaires rugueuses" en forme de "boules épineuses" de couleur rosée ou violacée, représentant des spongiaires (E. JACQUEMIN, 1891 - A. RICHE, 1911). La taille ordinaire est comprise entre 2 et 4 cm. C'est le faciès grumeleux à concrétions, développé au NW de la région étudiée.

Les lits ou bancs grumeleux et à pyrite sont nombreux au sommet de la formation et se relient latéralement aux biohermes ou aux niveaux à concrétions précités.

Vers l'E les niveaux mameux prennent une importance croissante; les ensembles calcaires de la base et du sommet s'estompent et les spongiaires disparaissent; les niveaux calcaires sont groupés en séries de puissance variable séparées par des zones mameuses ou mamo-calcaires plus ou moins importantes (faciès mamo-calcaire).

La limite inférieure n'est pas homogène lithologiquement mais différents niveaux repères (banc de fer, banc à pyrite, premier niveau à concrétions, banc vacuolaires, banc lumachelle à Anomia) marquent un changement lithologique au sommet de l'ensemble mameux des Couches d'Effingen et du Geissberg. La limite supérieure est plus nette, que ce soit les Calcaires pseudolithographiques ou les Couches du Morillon qui succèdent aux Calcaires lités.

## 11 - Calcaires pseudolithographiques.

La formation est bien définie par E. JACQUEMIN (= calcaire lithographique, 1er niveau) et A. RICHE qui lui a donné son nom actuel.

C'est un ensemble de calcaires compacts, à grain fin, lithographique, bien lités; les

interbancs marneux sont rares et peu épais, au contraire des Calcaires lités.

A la partie inférieure se développe un faciès crayeux, en plaquettes ou polyédrique; dans la moitié supérieure on rencontre des intercalations grossières, à débris ou lumachelliques. Dans l'Ile Crémieu ces deux faciès sont plus nettement séparés et depuis A. de RIAZ (1895) on distingue les "Couches de Sablonnières" (= Couches du Geissberg in de RIAZ) et les "Calcaires à Pinna" qui sont maintenus comme subdivisions locales des Calcaires pseudolithographiques.

Les bancs oolithiques déjà signalés par E. JACQUEMIN sont d'abord localisés au sommet de la formation, associés aux niveaux lumachelliques précités; les premiers apparaissent à l'W d'une ligne Aranc, Outriaz, Nantua. Bientôt ils gagnent en importance et en fréquence au sein de la formation; au delà d'une ligne Ceyzeriat, Thoirette, Viry, Molinges, Morez, le faciès des Calcaires pseudolithographiques a presque totalement disparu; l'extension de la formation est donc limitée à l'E et au S de la chaîne.

Avec les Calcaires lités la séparation est facile. La limite supérieure est bien tranchée également partout où existe le "Calcaire à momies principal", plus difficile à tracer au bord oriental où les "Couches à Ataxioceras" sont de lithofaciès peu différent.

## 12 - Couches du Morillon.

Dans le domaine nord occidental le changement de sédimentation qui marque la limite supérieure des Calcaires lités est lié au développement brutal de formations bioclastiques à débris échinodermiques et oolithes, nodules d'algues et fragments d'organismes variés, souvent roulés. L'étude micrographique détaillée a été faite par A. GUILLAUME (1960) dans la coupe du Morillon, aux Planches-en-Montagne, qui est choisie comme type de la formation.

Les variations locales de la lithologie portent sur l'importance relative des oolithes, des débris échinodermiques ou des nodules algaires; localement sont connues des formations construites à polypiers. Dans la région de Champagnole, A. GUILLAUME a reconnu un niveau repère à Pseudocyclammines, glauconie et restes de végétaux terrestres.

Au sommet la formation est limitée par les niveaux à momies du "Séquanien moyen" de A. GUILLAUME.

## C/ Relations lithostratigraphiques au sein de l'ensemble lithologique oxfordien (fig. 2).

La mise en place des grandes unités ne pose pas de problème après qu'elles ont été définies; la lithologie très constante des Mames à Cr. renggeri ou des Couches d'Effingen, les corrélations très poussées réalisées au sein des Calcaires lités pour permettre une définition complète de la formation, en font des unités de grande extension. Les Couches du Geissberg, d'ailleurs peu épaisses, apparaissent comme une différenciation plus calcaire de la partie supé-

rieure de la série marneuse d'Effingen, affectant la forme d'une grande lentille qui disparaît rapidement vers l'Est et vers le Sud.

Les relations entre les unités plus nombreuses et d'extension plus limitée inférieures aux Couches d'Effingen (sauf les Marnes à Cr. renggeri) sont moins évidentes; des niveaux repères dont l'individualité est moins immédiate que celle des grands changements lithologiques conduisent à mettre en équivalence :

- Couches à sphériles et Couches de passage;
- Couches de birmensdorf, Calcaires siliceux et Calcaires hydrauliques;
- Couches du Morillon et Calcaires pseudolithographiques.

Enfin, un dernier problème concerne le passage aux faciès "coralliens" du faisceau salinois.

#### 1 - Couches à sphériles et Couches de passage.

Ces deux unités sont limitées à leur partie supérieure par les Calcaires siliceux (incluant le Calcaire d'Arc-sous-Montenot) et les Couches de Birmensdorf, eux-mêmes équivalents. Les Couches de passage apparaissent ainsi comme une différenciation locale des Couches à sphériles correspondant à la persistance du faciès des Marnes à Cr. renggeri.

Après les avoir séparées, P. CHOFFAT (1875, 1878) réunit ces deux unités dans ses Couches à Ph. exaltata; mais il distingue, suivi par L.A. GIRARDOT (1904) un niveau inférieur, marneux et pyriteux, et un niveau supérieur, calcaire. Ce dernier manquerait localement (Mont-Saugeon, Mont-Rivel, Andelot-en-Montagne) parce que "représenté dans le temps" (P. CHOFFAT, 1886) par les Couches de Birmensdorf qui recouvrent directement la zone inférieure pyriteuse (= Couches de passage). Du point de vue lithostratigraphique rien n'autorise une telle interprétation et l'étude biostratigraphique de ces niveaux n'avait encore jamais été réalisée.

Avec les Couches à sphériles des régions méridionales l'équivalence est confirmée par le "banc à Parallelodon" commun aux deux unités.

. Extension du banc à Parallelodon vers le Sud-Est. Ce niveau des Couches de passage facilement reconnaissable dans tout le domaine occidental a pour correspondant méridional les deux bancs marbrés, légèrement noduleux, encadrant un marmo-calcaire ocreux, à la partie supérieure des Couches à sphériles. Déjà, à Arnans, il y a deux lits calcaires ocreux, dont l'inférieur seul, le plus net aussi, représente le banc à Parallelodon de Savigna, Meussia ....

Ce niveau repère disparaît rapidement vers l'Est en même temps que les Couches de passage et les Couches à sphériles. Son domaine d'extension est tel qu'il occupe une position constante à la fois sous les Couches de Birmensdorf (au Sud-Est), et sous les Calcaires siliceux (à l'Ouest); dans les deux cas il en est séparé par des marnes avec lits calcaires noduleux.

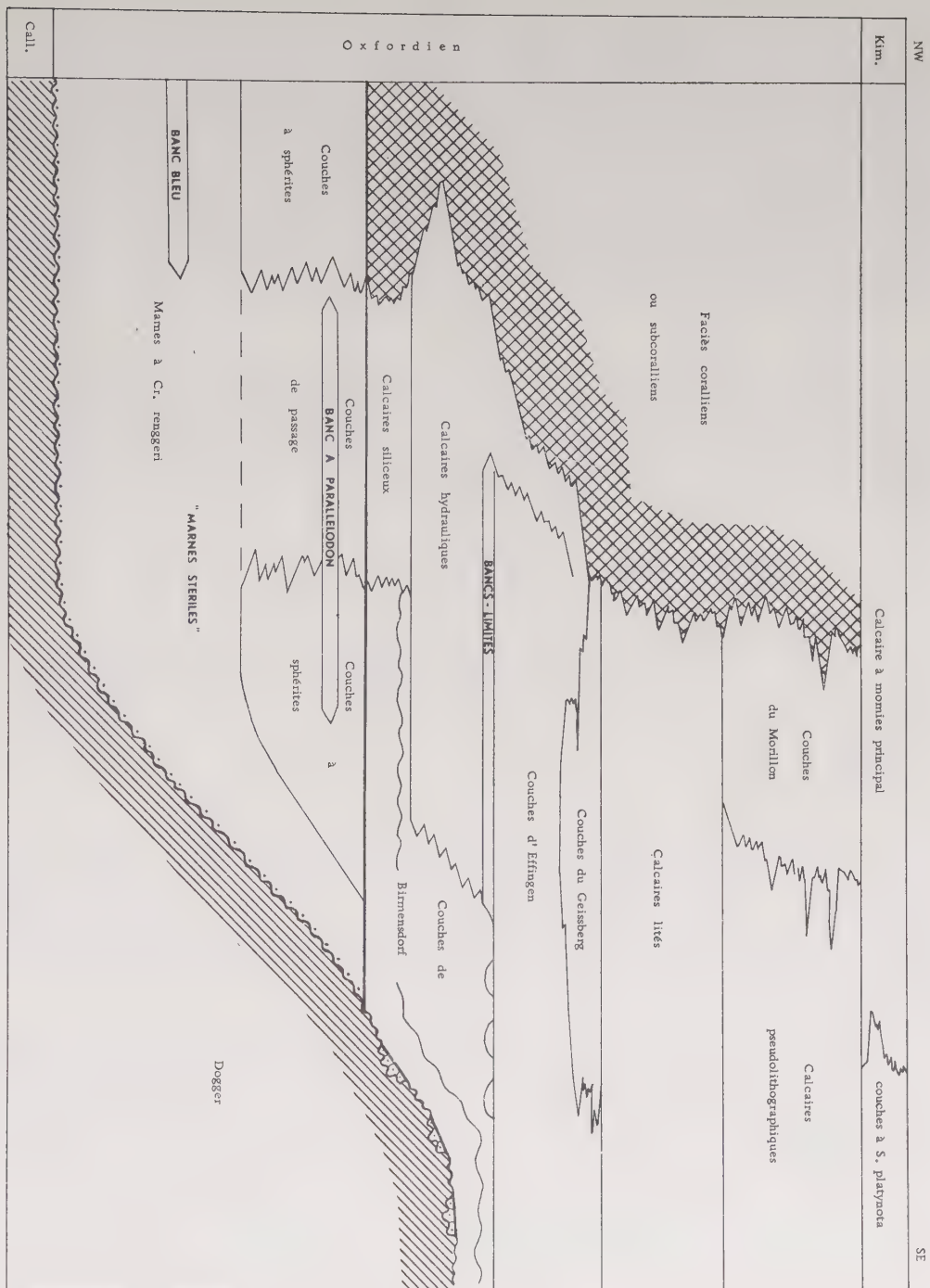


fig. 2 - Relations lithostratigraphiques au sein de l'ensemble lithologique oxfordien.

## 2 - Equivalents latéraux des Couches de Birmensdorf.

Déjà P. CHOFFAT reliait le Calcaire d'Arc-sous-Montenot et les Couches de Birmensdorf en le rapportant à cette unité. Je préfère le réunir aux Calcaires siliceux des régions occidentales et je suis ainsi amené à mettre en équivalence les Calcaires siliceux et les Couches de Birmensdorf; d'une part, le faciès d'Arc-sous-Montenot se suit dans les véritables Calcaires siliceux jusqu'à Savigna, La Boissière; en outre, localement (Arc-sous-Montenot, Andelot-lez-Saint-Amour) se rencontrent de rares spongiaires. La position du banc à Parallelodon dans les chaînons de l'Ouest et dans le Massif de Portes - Molard Dedon est un argument en sa faveur.

D'autre part, les Calcaires hydrauliques maintenant séparés des Couches d'Effingen auxquelles ils étaient réunis jusqu'ici (P. CHOFFAT, 1878 - R. ENAY, 1964), disparaissent vers l'Est et le Sud-Est quand les Couches de Birmensdorf prennent leur plus grand développement. Lorsqu'ils étaient considérés comme de simples intercalations au sein des Couches d'Effingen, leur disparition dans ces deux directions n'avait pas attiré l'attention. Ce peut être un argument supplémentaire en faveur de leur individualisation.

Un horizon-repère plus remarquable encore que le banc à Parallelodon en occupe le sommet.

. Extension des "bancs-limite" supérieurs des Calcaires hydrauliques. Ils forment une barre d'une grande constance; dans le domaine occidental où le faciès sphéritique tend à envahir une grande partie de la série, ils sont les seuls à conserver leur lithologie habituelle. Ces niveaux calcaires, pour d'autres raisons, avaient déjà retenu l'attention de P. CHOFFAT (1878) et de L.A. GIRARDOT (1886, 1888), à Saint-Sorlin et à Chatelneuf.

L'aspect et la lithologie sont ceux des 4 à 6 bancs calcaires qui recouvrent ou se terminent au sein des biohermes les plus élevés des Couches de Birmensdorf à Saint-Claude, Indrieux, Tenay ... Déjà, E. JACQUEMIN (1891, p. 257) fait remarquer "les bancs terminant les calcaires à Scyphies à Oncieu sont analogues à ceux d'Amans ou de Confranchette, adjacents aux marnes pyriteuses du 2ème niveau" (= Couches d'Effingen) et il les groupe dans ses "marmo-calcaires à spongiaires".

Ainsi, les "bancs-limite" des Calcaires hydrauliques et des Couches de Birmensdorf (à l'Est et au Sud seulement) représentent un même horizon, d'abord continu, puis morcelé entre les biohermes à spongiaires développés jusqu'à son contact. Les Calcaires hydrauliques sont un autre équivalent, au moins partiel, des Couches de Birmensdorf qu'ils recouvrent dans une partie de leur aire.

En résumé, les Couches de Birmensdorf passent latéralement et vers le Nord-Ouest, aux Calcaires siliceux à la base, aux Calcaires hydrauliques pour la plus grande partie.

### 3 - Calcaires pseudolithographiques et Couches du Morillon.

Dès 1902, et à plusieurs reprises au cours des années suivantes, A. RICHE notait l'existence d'une formation oolithique "très peu au-dessus de l'assise grumeleuse rauracienne".

La formation oolithique représente la formation que j'ai nommée "Couches du Morillon". L'assise grumeleuse rauracienne correspond au troisième niveau à concrétions des Calcaires lités. Cette assise ou les intercalations à spongiaires et brachiopodes qui lui correspondent vers l'Est terminent également les Calcaires lités et supportent les Calcaires pseudolithographiques.

Les intercalations oolithiques dans les "calcaires lithographiques du 1<sup>er</sup> niveau" n'avaient pas échappé à E. JACQUEMIN. A. RICHE est allé plus loin en affirmant : "Le Rauracien supérieur à faciès pseudolithographique passe souvent assez vite au faciès oolithique. J'ai vu ce calcaire fin et compact se charger progressivement d'oolithes à Nantua, Corvessiat, Ceignes-Etables, Saint-Alban. A Viry et à Sièges, une assise oolithique surmonte directement le Rauracien grumeleux" (1912).

L'interprétation différente proposée par M. CLIN et J. PERRIAUX (1964), dans la même région que celle étudiée par A. RICHE, résulte de la confusion, déjà signalée antérieurement, qu'ils font entre les Calcaires lités et les Calcaires pseudolithographiques. D'ailleurs, au Sud-Est de Nantua (Le Poizat), dans le véritable domaine des Calcaires pseudolithographiques, ceux-ci monteraient jusque dans le Rauracien supérieur "en prenant la place du faciès de l'oolithe".

Une autre interprétation est donnée pour la région des Planches-en-Montagne - La Chaux-du-Dombief par A. GUILLAUME (1964), qui sera discutée quand nous serons en possession des données paléontologiques.

### 4 - Le passage aux faciès subcoralliens du faisceau salinois.

C'est le problème du passage au faciès franc-comtois déjà traité par de nombreux auteurs; je citerai seulement P. CHOFFAT (1878, 1886) et A. CAIRE (1951). Du point de vue lithologique il y a peu à ajouter à ce qu'ils en ont dit.

La fig. 2 montre quelques différences avec les schémas proposés antérieurement (cf. P. CHOFFAT, 1885, p. 190, et A. CAIRE, 1953, fig. 2-3). Ces auteurs admettent que les Couches d'Effingen et du Geissberg sont représentées dans la formation mamo-calcaire terminée en coin entre les couches inférieures à Hemicidaris crenularis et le Glypticien (= niveau récifal supérieur de A. CAIRE) de P. CHOFFAT. Les Couches du Geissberg ne sont pas connues au-delà d'une ligne Andelot-en-Montagne, Pontarlier (Le Larmont) où elles présentent le faciès calcaire, légèrement noduleux, fréquent dans cette unité. Leur absence dans les coupes du faisceau salinois me laisse à penser qu'à leur niveau le faciès récifal s'est étendu encore vers le Sud.

| A. ETALLON, 1857<br>OGERIEN, 1867 |                                        | C. LORY<br>1860                       | A. FALSAN<br>1873                           | P. CHOFFAT<br>1875-1885                                  | D. HOLLANDE, 1885<br>J. REVIL, 1911          | L. A. GIRARDOT<br>1885, 1888, 1900-1904                     | E. JACQUEMIN<br>1891                                      | A. de RIAZ<br>1895                           |                                                         |                                                                                                    |
|-----------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Haut-Jura                         |                                        | Ile Crémieu                           | Massif de Portes<br>Mollard Dedon           | Jura central<br>et méridional                            | Chablons savoisiens                          | Jura lédonien<br>(Chateauf)                                 | Département<br>de l'Ain                                   | Ile Crémieu                                  |                                                         |                                                                                                    |
| Covallien                         |                                        |                                       |                                             |                                                          |                                              | sup.                                                        | Qolithe<br>blanche                                        | Couches<br>de<br>Soleymieu                   | Calcaires<br>à Zell,<br>humeralis                       |                                                                                                    |
|                                   |                                        | Calcaires<br>oxfordiens<br>supérieurs | Calcaires<br>à grain fin,<br>lithographique | Rauracien                                                | Couches<br>de<br>Wangen                      | Calcaires<br>bien<br>lités                                  | "Séquanien"<br>moy.<br>inf.<br>"Rauracien"<br>sup.        | Calcaires<br>lithographiques<br>(1er niveau) | Calcaire<br>mameux<br>gris<br>fumée<br>à<br>Pelt.       | Calcaires<br>moellons<br>à Pinna<br>**<br>Calcaires<br>saccharoides<br>à Polyptiers<br>et Nérinées |
|                                   | Calcaires & mames<br>à H. crenularis   | Calcaires<br>oxfordiens               | Mames                                       | Couches<br>à Amm.<br>bimammatus                          | Wangen<br>Horizon<br>de l'Amm.<br>bimammatus | "Rauracien"<br>inférieur                                    | "Glypticien"                                              | bimammatus<br>de<br>Montchalain              | Couches de<br>Geissberg<br>de Poleyrieu<br>Sablonnières |                                                                                                    |
|                                   | Mames à<br>Ph. exaltata                |                                       |                                             |                                                          |                                              |                                                             |                                                           |                                              |                                                         |                                                                                                    |
|                                   | Calcaires mameux<br>à Ost. dilatata    | mameux                                |                                             |                                                          |                                              |                                                             |                                                           |                                              |                                                         |                                                                                                    |
|                                   | Mames à Am.<br>complanatus             |                                       | grises                                      | Couches<br>du<br>Geissberg                               | Mamo-calcaire à<br>brachiopodes              | Couches<br>du<br>Geissberg                                  | Rognons *<br>mamo-calcaires<br>à Pholadomyes              | Couches                                      |                                                         |                                                                                                    |
|                                   | Mamo-calcaire<br>à Dysaster            | Marnes<br>oxfordiennes                | supérieures                                 | Couches<br>d'<br>Effingen                                | Calcaires à<br>chaux<br>hydrauliques         | Couches<br>d'Effingen                                       | Mames à<br>fossiles pyriteux<br>(2 <sup>e</sup> niveau)   | d'Effingen                                   |                                                         |                                                                                                    |
|                                   | Mames à<br>Pentacrinus<br>pentagonalis |                                       |                                             |                                                          |                                              |                                                             |                                                           |                                              |                                                         |                                                                                                    |
|                                   | Mames à Am.<br>perarmatus              |                                       |                                             |                                                          |                                              |                                                             |                                                           |                                              |                                                         |                                                                                                    |
|                                   | Argovien                               |                                       | Calcaires<br>mameux<br>grumeleux            | Calcaires<br>à<br>scyphies                               | Couches<br>de<br>Birmensdorf                 | Mamo-calcaire à<br>Amm. canaliculatus<br>et hexactinellides | Couches<br>de<br>Birmensdorf                              | Mamo-calcaire<br>à<br>spongiaires            | Couches de<br>Birmensdorf<br>= C. de Trept              |                                                                                                    |
| Marnes<br>oxfordiennes            |                                        |                                       | Marnes<br>grises<br>inférieures             | Couches<br>à<br>Ph. exaltata<br>Mames à<br>Amm. renggeri | E<br>N<br>C<br>U<br>A<br>L                   | Ph. exaltata<br>Mames à<br>Cr. renggeri                     | Marnes à<br>fossiles pyriteux<br>(1 <sup>er</sup> niveau) | Marnes<br>à Cr.<br>renggeri                  |                                                         |                                                                                                    |

fig. 3 - Tableau des principales interprétations lithostratigraphiques antérieures dans la région étudiée (cf. A. Riche, 1899).\*\*\* classification originale des Auteurs modifiée.

| A. RICHE, 1896-1936                                                                                                                                    | F. ROMAN, 1926, 1936.<br>F. ROMAN et H. BLONDET<br>1926      | H. SCHAT, 1891<br>FALCONNIER, 1929<br>T. RAVEN, 1932<br>D. AUBERT, 1943 | A. GUILLAUME<br>1960                                                                                       | J. SIGAL, 1962                               | D.V. AGER et<br>B.D. EVAMY,<br>1963<br>***     | J. LANG, 1963<br>M. CLIN et<br>J. FERRIAUX,<br>1964<br>***                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ile Crémieu - Jura méridional                                                                                                                          | Ile Crémieu                                                  | Monts Jura                                                              | Région de<br>Champagnole                                                                                   | Massif de Portes -<br>Mollard Dedon          | Châfons sa-<br>voisiens, Monts<br>de Marignieu | Châfons a<br>l'W de l'Ain,<br>Nantua                                                         |
| Calcaire<br>pisolithique<br>("Pisolithe")                                                                                                              |                                                              |                                                                         |                                                                                                            |                                              | Virieu<br>Limestone                            |                                                                                              |
| Assise<br>oolithique                                                                                                                                   | Calcaires<br>pseudo-<br>lithographiques                      | Calcaires<br>à Pinna<br>pseudo-<br>lithographiques                      | "Séquanien"<br>niv. à Pseudocyclammines<br>plantes et glauconie<br>"Séquanien"<br>inférieur<br>"Rauracien" | Groupe<br>calcaire<br>sublitho-<br>graphique | Rauracien<br>sup.<br>beds<br>Oignon            | Oolithe<br>blanche<br>(Rauracien<br>sup.)<br>Rauracien<br>inf.<br>Couches<br>du<br>Geissberg |
| Mames et mammo-calcaires<br>à Pelt. bimammatum,<br>Zeil, moeschli et spongiaires                                                                       | Calcaires à<br>P. bicristatum                                |                                                                         |                                                                                                            |                                              |                                                |                                                                                              |
| Mammo-calcaires à moules de<br>Lamellibranches<br>= Mammo-calcaires supérieurs (couches du<br>Geissberg)<br>= Mammo-calcaires hydrauliques             | Calcaire à<br>Pholadomyes                                    | Calcaires<br>hydrauliques                                               | "Argovien"                                                                                                 | Formation<br>mammo-calcaire<br>supérieure    | beds                                           | Couches<br>d'Effingen                                                                        |
| Mames à fossiles pyriteux et mammo-<br>calcaires hydrauliques<br>= Mammo-calcaires à chaux hydrauliques<br>(C. d'Effingen)<br>= Mames à Card. altemans | Mammo-calcaires à<br>chaux hydrauliques<br>(C. du Geissberg) | (Argovien<br>supérieur)                                                 |                                                                                                            | Groupe<br>calcaire<br>mameuse<br>mameux      | Formation<br>mameuse<br>médiane                | Couches<br>de<br>Birmensdorf                                                                 |
| Calcaires à spongiaires et Och.<br>canaliculatum<br>= Calcaires à spongiaires (Couches de<br>Birmensdorf)                                              | Calcaires grumeleux<br>à spongiaires                         | Spongilitien                                                            |                                                                                                            |                                              |                                                |                                                                                              |
| Assise mameuse à<br>rognons calcaires                                                                                                                  | Mames à<br>Creniceras<br>renggeri                            | Niveaux<br>calcaires<br>à<br>Cardioceras<br>de Trept, Optevor           | "Oxfordien"                                                                                                |                                              | Chana                                          | Oxfordien<br>inférieur<br>(Mames à<br>Cr. renggeri)                                          |
| Mames à fossiles pyriteux<br>Mames à Cr. renggeri<br>et C. coelatum                                                                                    |                                                              |                                                                         |                                                                                                            |                                              | beds                                           |                                                                                              |

\* comprend également les Couches du Geissberg. \*\* en réalité, faciès latéral des "Calcaires à Z. humeralis"

De même, le faciès des Calcaires lités encore représenté dans la région d'Andelot ("lumachelle" de G. MASCLE et J. MAGNE, 1964, p. 316) n'est plus connu au Nord. Le faciès à petits nodules encroûtés de Chatelneuf-Les Arboux traduit la proximité des faciès sub-récifaux. Cette influence est plus nette encore dans les Couches du Morillon, localement avec biohermes, véritable terme de transition entre les faciès récifaux et les Calcaires pseudolithographiques.

## II - FAUNES D'AMMONITES ET BIOSTRATIGRAPHIE.

---

Malgré les nombreux travaux consacrés aux faunes oxfordiennes du Jura (P. de LORIOU, 1896-1901, 1900-1904 - A. de RIAZ, 1898 - W. LEE, 1905 - J. RONCHADZE, 1917), la stratigraphie zonale y est peu avancée; ces monographies sont trop exclusivement descriptives et négligent bien souvent les rapports avec le terrain.

A l'opposé, les études stratigraphiques ont été réalisées indépendamment des résultats paléontologiques. Ainsi, de P. CHOFFAT à A. CAIRE, les corrélations sont basées presque uniquement sur la lithostratigraphie. Ces travaux stratigraphiques ne font pas abstraction de la faune, mais beaucoup de déterminations anciennes auraient demandé révision (cf. A. CAIRE, 1953).

Les faunes dont il sera question maintenant résultent essentiellement de collectes en place de l'auteur; j'ai utilisé également les formes figurées ou retrouvées en collection, pouvant faire l'objet d'une révision critique sur pièce ou sur figure, à l'exception des citations non accompagnées de figurations ou dont l'original n'a pu être retrouvé, de quelque auteur que ce soit.

L'étude paléontologique permet de préciser les corrélations lithostratigraphiques et conduit à une zonation exprimant la succession des faunes dans la région étudiée. Le schéma zonale proposé tient compte également des tentatives similaires faites dans d'autres régions, ce qui nécessite des corrélations plus étendues encore. Mais les différences liées aux provinces fauniques ou au faciès, la discontinuité des faunes dans le sens vertical et horizontal introduisent une certaine "relativité en stratigraphie paléontologique" (G. DUBOURDIEU, 1956, p. 216-219).

Ainsi dans la région étudiée, quelques variations horizontales des faunes méritent d'être signalées avant d'aborder leur succession.

### A/ Variations horizontales des faunes.

Les plus remarquables de ces variations concernent la raréfaction spectaculaire des Cardioceras entre les gisements septentrionaux (Doumon, Crouzet, Arc-sous-Montenot) et ceux de la partie sud de la chaîne; corrélativement les Oppéliidés (Hecticoceras, Lissoceras, Pro-

scaphites) et les Phylloceras deviennent plus fréquents et dominent largement les autres groupes.

Des variations liées à des changements de faciès sont connues également. Dans les Couches de Birmensdorf, les Couches du Geissberg et les Calcaires lités, au voisinage des biohermes et dans les bancs à spongiaires la faune est toujours plus abondante avec une grande variété d'Oppéliidés. Hors du faciès à spongiaires, le volume de la faune diminue et son caractère change : il reste presque uniquement des Perisphinctes et des Aspidoceras. Ainsi, le Calcaire d'Arc-sous-Montenot, à proximité des faciès coralliens salinois, livre seulement des Perisphinctes; à quelques kilomètres au Sud, à Andelot-en-Montagne, dans le faciès à spongiaires les mêmes espèces sont accompagnées d'Oppéliidés nombreux. Avec moins de certitude, Ep. bimammatum et Gr. transversarium figurent parmi les formes montrant une liaison avec le faciès.

A la suite de B. ZIEGLER (1964) on peut envisager pour ces variations des facteurs bathymétriques et, peut-être aussi, climatiques. En tous cas, quand les représentants des autres groupes ont déjà disparu on rencontre encore des Aspidoceras et des Perisphinctes; c'est là le fait important pour la biostratigraphie que les Perisphinctes montrent une véritable ubiquité (en dehors des faciès coralliens) qui en fait les meilleurs fossiles indices pour la partie supérieure de l'Oxfordien.

#### B/ Succession des faunes et incidence sur les corrélations.

J'ai déjà souligné (R. ENAY, 1963, 1964) le caractère discontinu de la répartition verticale des faunes avec les avantages et les inconvénients que cela présente; pour certaines s'ajoute une discontinuité dans la répartition horizontale.

Ainsi, il n'y a aucune localité où la succession des faunes soit complète et où chacune d'elles soit bien caractérisée. Au contraire, il y a des faunes locales (ou actuellement localisées par suite du manque de bons affleurements) dont la place dans le schéma général prêtera à discussion.

Néanmoins, avec l'appoint des niveaux repères et des corrélations lithostratigraphiques déjà réalisées on peut reconnaître plusieurs faunes successives. Les assemblages fauniques reconnus apparaissent bien dans les tableaux de répartition des principales espèces (fig. 4-7); on insistera plus sur les corrélations qu'ils impliquent.

##### 1 - Assemblages fauniques des Marnes à Cr. renggeri (fig. 4).

Les deux monographies de P. de LORIOL sur le Jura bernois (1896-1901) et le Jura lédonien (1900-1904) donnent une représentation globale de la faune de ce niveau. Une partie des déterminations originelles a été revue par W.J. ARKELL (1939), O. HAAS (1955) et H.A. CHRIST (1961).



La faune paraît ainsi très homogène d'autant que très peu de Cardioceras ont été figurés; elle correspond à ce que j'appelle "la faune principale" des Marnes à Cr. renggeri.

Les Cardioceras de ces niveaux sont connus grâce au travail de V. MAIRE (1938) et W.J. ARKELL (1939, 1941, 1946) a pu reconnaître des formes occupant des horizons différents dans les régions où la biostratigraphie du genre est bien connue. Les Cardioceras surtout, mais aussi les représentants des autres groupes, permettent de reconnaître plusieurs assemblages.

- L'assemblage à Card. (Scarb.) scarburgense, à Quenstedtoceras du sous-genre Pavloviceras (mariae, woodhamense, omphaloides), à nombreux Hecticoceras et à Peltoceras, bien caractérisé à Arvières (Grand-Colombier-de-Culoz) où il correspond au niveau phosphaté inférieur, a été retrouvé dans tous les gisements où la base de la formation est accessible, avec le faciès à pyriteux classique des Marnes à Cr. renggeri.

- Le deuxième assemblage correspond à la "faune principale" déjà bien illustrée par P. de LORIOU, au moins pour les nombreux Hecticoceras, Proscaphites, Peltoceras et Perisphinctes, communs dans presque tous les gisements. Les Cardioceras sont représentés par C. (Sc.) praecordatum et ses nombreuses variétés. Ici apparaissent les Campylites avec C. (C.) evolutus Haas et C. (C.) delmontanus helveticus Jean.

- Un nouveau changement faunique se produit au sommet des marnes inférieures d'Arc-sous-Montenot, sous le Banc bleu; il concerne essentiellement les Cardiocératidés parmi lesquels dominent des Scarburgiceras finement costés, C. (Sc.) bukowskii, C. (Sc.) reesidei et plusieurs formes de Vertebriceras : C. (V.) phillipsi, C. (V.) sequanicum.

- Les marnes supérieures renferment un nouvel assemblage dans lequel Scarburgiceras paraît définitivement absent et remplacé par Cardioceras s.st., Vertebriceras, Goliathiceras; les principales espèces reconnues sont : C. (C.) costicardia, C. (V.) cf. quadrarium, C. (V.) phillipsi, C. (C.) delmontanus, Tar. (Prosc.) ledonicum, Per. (? Proper.) gr. mairei-matheyi.

Ces 4 assemblages sont bien nets dans le N de la région étudiée; vers le S, malgré la raréfaction des Cardiocératidés, les deux faunes inférieures se laissent aisément reconnaître; les deux autres assemblages manquent, la partie supérieure des marnes n'étant pas fossilifère (= "marnes stériles").

## 2 - Couches à sphérites et Couches de passage : les derniers assemblages de Cardioceras et la première faune de grands Perisphinctes (fig. 5).

Les observations de terrain et la révision des espèces citées ou figurées par P. de LORIOU ne confirment pas la séparation, faite par P. CHOFFAT et surtout par L.A. GIRARDOT, entre une "zone inférieure, pyriteuse" et une "zone supérieure, calcaire" des Couches à Ph. exaltata (= Couches à sphérites). Maintenant qu'est connue la faune des intercalations marno-calcaires des Couches de passage jusqu'ici négligée, le faciès pyriteux (Couches de passage) et le faciès calcaire (Couches à sphérites) ne montrent aucune différence fondamentale au point de vue faunique.

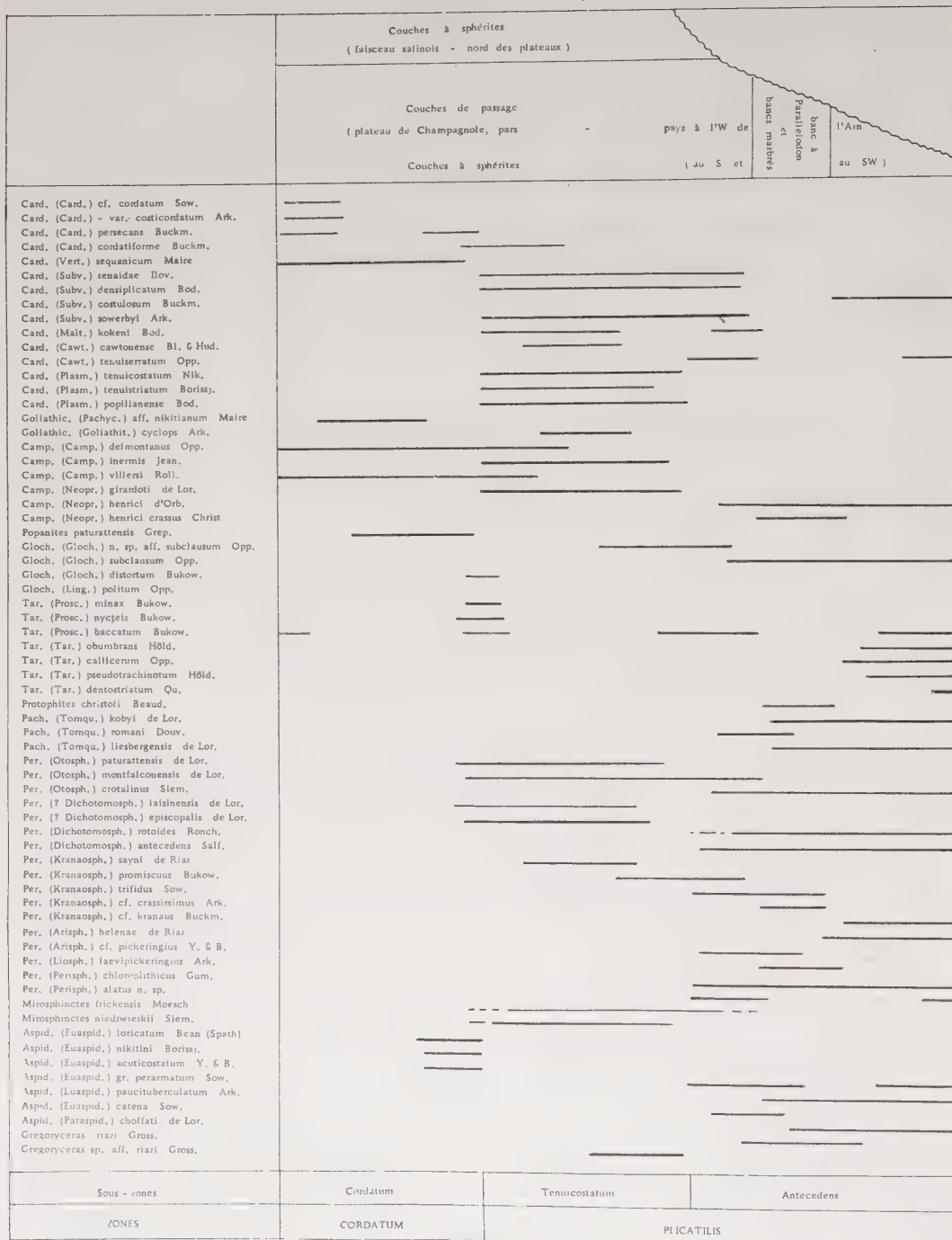


fig. 5 - Répartition des principales espèces d'ammonites des Couches à Sphérites et des Couches de passage.

- Un premier assemblage comprend les formes de la partie inférieure des Couches de passage et des Couches à sphérites avec Card. (Card.) cf. cordatum et var. costicordatum, Card. (C.) cf. persecans, Card. (Verteb.) sequanicum, Goliath. (Pachyc.) aff. nikitianum, Camp. (C.) delmontanus, Popan. paturattensis, Asp. (Euasp.) loricatum, nikitini, acuticostatum.

- Le deuxième assemblage est mieux caractérisé : c'est une faune à Subvertebriceras et Plasmatocheras; ces deux sous-genres dominent largement parmi les "pyriteux" des Couches de passage; les autres éléments sont plus nombreux (et plus complets) dans le faciès calcaire.

Ses éléments les plus caractéristiques sont les Cardioceras avec C. (Subvert.) zenaidae, C. (S.) densiplicatum, C. (S.) sowerbyi, C. (Plasmat.) tenuicostatum, C. (P.) tenuistriatum, C. (P.) popilianense. Moins fréquents sont C. (C.) cordatiforme, C. (Malton.) kokeni et C. (Cawton.) sp.

Les autres espèces intéressantes comprennent : Per. (Otosph.) montfalconensis, paturattensis, Per. (? Dich.) episcopalis, laisinensis, Mirosp. frickensis, niedzwiezkii, C. (Neop.) girardoti.

Parmi les éléments accessoires il faut signaler Gregoryceras sp. aff. riazi.

- Un troisième assemblage accompagne le "Banc à Parallelodon" et son équivalent méridional (cf. p. 74). Il comprend de nombreux Perisphinctes, à la fois macro- et micro-conches : Per. (Kraenosph.) trifidus, cf. crassissimus, prosmiscus, Per. (Arisph.) helenae, Per. (Liosph.) laevipickeringius, Per. (Per.) alatus, chlorolithicus, pour les premiers, Per. (Otosph.) paturattensis, montfalconensis, crotalinus, Per. (Dich.) rotoides, antecedens, pour les seconds.

Les autres éléments intéressants de cette faune sont : Pach. (Tornq.) kobyi, romani, liesbergensis, Camp. (Neop.) henrici et henrici crassus, Asp. (Euasp.) catena, paucituberculatum et gr. perarmatum, Asp. (Parasp.) choffati, Protoph. christoli, Gregoryceras riasi.

Accessoirement on rencontre encore : Card. (Subv.) zenaidae, cf. costulosum, C. (Malt.) kokeni, C. (Cawt.) tenuiserratum, Gl. (Gl.) subclausum, Tar. (Tar.) obumbrans, pseudotrachinotum, callicerum et dentostriatum.

### 3 - Faune des Couches de Birmensdorf et faciès équivalents (fig. 6).

C'est "la" faune la mieux illustrée (après celle des Marnes à Cr. renggeri) avec les grandes monographies de A. de RIAZ, de P. de LORIOU, de W. LEE et de J. RONCHADZE. J'ai déjà dit combien ces études paléontologiques ont eu un rôle limité en stratigraphie et jusqu'ici il n'était envisagé qu'une seule faune, le matériel n'étant pas repéré au sein de la formation. Bien plus, à Trept, A. de RIAZ a mêlé des formes de niveaux différents !

La classique "Faune de Trept" ne représente pas un horizon unique comme le pensait A. de RIAZ. Les gangues des fossiles sont de plusieurs types et il est étonnant que ni A. de

RIAZ, ni W. J. ARKELL n'aient vu ces différences; cependant le deuxième avait soupçonné l'existence d'éléments d'âges différents.

Les gangues rappellent des niveaux connus en place à Saint-Hilaire-de-Brens ou à Porcieu-Amblagnieu où les conditions de gisement sont bien différentes; il en est de même à Trept où les observations faites par les anciens auteurs au N et au S du village sont apparemment contradictoires. De toutes façons la presque totalité (sinon tout) du matériel vient de champs ou de murs en pierres sèches édifiés en limite des parcelles; il est illusoire de vouloir reconstituer une succession mais on peut tenter un classement par catégories de gangues.

De cette manière on peut reconnaître un lot de formes correspondant à l'assemblage du sommet des Couches à sphérites. Pour le reste, c'est-à-dire les Couches de Birmensdorf, des différences sensibles apparaissent entre les formes du véritable faciès à spongiaires et celles des niveaux inférieurs à celui-ci bien reconnaissables par leurs caractères lithologiques particuliers.

La succession des faunes dans les Couches de Birmensdorf a pu être établie à Chaumont, près Saint-Claude, grâce aux nombreux affleurements du Gros Dard et de la route de Lamoura.

Les divisions lithologiques introduites dans la formation ont permis un meilleur repérage du matériel collecté en des gisements distincts souvent difficiles à relier entre eux par suite du développement des biohermes.

Ainsi, les faunes des "Mamo-calcaires grumeleux inférieurs" et du "Niveau des biohermes" se révèlent bien différentes et les autres affleurements des Couches de Birmensdorf ayant livré des faunes suffisantes confirment l'existence de deux assemblages successifs.

En dehors du faciès à spongiaires la faune s'appauvrit beaucoup; il reste cependant assez d'éléments, surtout parmi les Périssphinctidés, pour permettre des corrélations assurées; quelques localités sont favorisées à cet égard.

Ainsi, une bonne illustration de la faune des Couches de Birmensdorf est donnée par P. DE LORIOI à propos des Couches à Rhabdocidaris de la région de Chatillon-sur-Ain et Liefnans. Dans ses descriptions P. de LORIOI mêle ce matériel et celui de l'Argovien I (= Couches de Birmensdorf) de La Billode et des localités voisines, soulignant ainsi leurs affinités mais sans en tirer les conséquences qui s'imposent; en effet, les Couches à Rhabdocidaris sont placées dans l'Argovien II (= Couches d'Effingen); en 1962, j'adoptais encore cette opinion !

De façon plus générale, les Calcaires hydrauliques, maintenant séparés des Couches d'Effingen, renferment la faune du niveau des biohermes de Saint-Claude; les Calcaires siliceux sont moins fossilifères mais les éléments reconnus autorisent des corrélations avec les calcaires grumeleux inférieurs au moins. Nous retrouvons les deux assemblages déjà reconnus dans les Couches de Birmensdorf.

|                                                | Calcaires<br>siliceux                                       |                                            | bancs limités | Couches<br>d'Effingen | Couches<br>du<br>Geissberg |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|
|                                                | Calcaires et<br>calcaires mameux<br>grumeleux<br>inférieurs | Calcaires<br>hydrauliques<br><br>Biohermes |               |                       |                            |
|                                                | Couches de Birmensdorf                                      |                                            |               |                       |                            |
| Camp. (Neopr.) henrici d'Orb.                  |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Camp. (Neopr.) lautlingensis Roll.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Trimarg. stenorynchus Opp.                     |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Trimarg. arolicus Opp.                         |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Ochet. canaliculatum/hispidum Opp.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Gloch. (Gloch.) sublaeum Opp.                  |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Gloch. (Coryc.) crenatum Brug.                 |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Gloch. (Ling.) politum Opp.                    |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Prosc.) anar Opp.                        |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Prosc.) colleti                          |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) obumbrans Hbld.                    |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) argoviense Jean.                   |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) tuberculatum Qu.                   |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) pseudotrachinotum Hbld.            |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) falloti de Riaz                    |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) bacchianum Opp.                    |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) callicerum Opp.                    |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) dentotriatum Qu.                   |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Tar. (Tar.) sarasinii de Lor.                  |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Cand. (Subv.) gr. densiplicatum Bod.           |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Cand. (Malt.) gr. maltomense Y. & B.           |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Amoeb. (Amoeb.) alternans v. Buch              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Amoeb. (Prionod.) cf. trunculentum Buckm.      |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Otosph.) anguliculus n. sp.              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Otosph.) crotalinus Siem.                |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Otosph.) vermicularis Lee                |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Otosph.) siemiradzki n. sp.              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Otosph.) birmensdorffensis Moesch        |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) rotoides Roch.            |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) antecedens Salf.          |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) buckmani Ark.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) dobrogensis Simion.       |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) wartae Bukow.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) wartaeformis Buckh.       |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) elisabethae de Riaz       |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) elisabethaeformis Burckh. |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) luciae de Riaz            |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) luciaeformis n. sp.       |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomosph.) trichoplocus Gemm.        |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomoc.) bifurcatus Qu.              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomoc.) crassus n. sp.              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Dichotomoc.) bifurcatoides n. sp.        |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Kraenasp.) cyrilli Neum.                 |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Arisph.) maximus Y. & B.                 |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Arisph.) cotovui Simion.                 |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Arisph.) pickeingius Y. & B.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Arisph.) plicatilis Sow.                 |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Arisph.) tenuis n. sp.                   |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Liosph.) aff. cummorensis Ark.           |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Liosph.) berlietii de Lor.               |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Liosph.) n. sp. A                        |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Liosph.) n. sp. B                        |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) pumilus n. sp.                 |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) alatus n. sp.                  |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) densecostatus n. sp.           |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) andelotensis n. sp.            |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) chloroolithicus Gumb.          |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) martelli Opp.                  |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) parandieri de Lor.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) cuneicostatus Ark.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) panthieri n. sp.               |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) boweni Ark.                    |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) variocostatus Buckl.           |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) strumatus Buckm.               |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) uptoniensis Ark.               |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Perisph.) cautimigrae Ark.               |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Amphillia) quadratus n. sp.              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Amphillia) eucostatus n. sp.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Per. (Pseudarisph.) uptonioides n. sp.         |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Larch.) larcheri Tint.                |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Larch.) schilli Opp.                  |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Larch.) subschilli Lee                |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Larch.) - tr. latumbilicata Tint.     |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Discosph.) mindowe Siem.              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Discosph.) kreutzii Siem.             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Discosph.) richi de Riaz              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Discosph.) lucingae Favre             |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Discosph.) aff. jelskii Siem.         |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Lithac. (Discosph.) cf. aeneas Gemm.           |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Miosph. frickensis Moesch                      |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Miosph. bukowskii Choffat                      |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Aspid. (Euaspid.) oegir Opp.                   |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Aspid. (Euaspid.) paucituberculatum Sow.       |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Aspid. (Euaspid.) perarmatum Sow.              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Aspid. (Euaspid.) skantenn Buckm.              |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Aspid. (Euaspid.) tietzei Opp.                 |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Aspid. (Paraspid.) choffati de Lor.            |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Gregoryceras riazii Gross.                     |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Gregoryceras romani Gross.                     |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Gregoryceras transversarium Qu.                |                                                             |                                            |               |                       |                            |
| Sous - zones                                   | Antecedens                                                  | Parandieri                                 | Bifurcatus    |                       |                            |
| ZONES                                          | PLICATILIS                                                  | TRANSVERSARIUM / MARTELLI                  |               |                       |                            |

fig. 6 - Répartition des principales espèces d'ammonites des Couches de Birmensdorf, des Calcaires siliceux, des Calcaires hydrauliques, des Couches d'Effingen et du Geissberg.

Les assemblages reconnus dans les Couches de Birmensdorf et leurs équivalents latéraux (Calcaires hydrauliques, Calcaires siliceux) sont bien distincts.

- Un premier assemblage est caractérisé par Per. (Dich.) antedens et formes affines (rotoides, buckmani, dobrogensis) et le sous-genre Arisphinctes avec Per. (Ar.) maximus, cotovui, pickeringius). Perisphinctes s.st. est bien représenté également, mais en dehors de P. chloroolithicus les autres formes sont nouvelles (pumilus, alatus, andelotensis). Camp. (Neop.) henrici est encore présent avec un morphotype passant à C. (N.) lautlingensis; cette espèce manque toujours, ainsi que les Ochetoceras. Gregoryceras comprend les deux espèces romani et riazi.

Les autres espèces n'ont qu'un rôle accessoire, en particulier les Cardioceras, ou persistent dans le deuxième assemblage.

- Le deuxième assemblage voit le développement d'un autre groupe de Dichotomosphinctes comprenant P. (D.) wartae, elisabethae, elisabethaeformis, luciae, luciaeformis et l'épanouissement des Perisphinctes s.st.; aux formes précédentes s'ajoutent P. (P.) parandieri, P. martelli et P. cuneicostatus qui se rencontre plutôt au sommet avec les Lithacoceras (Discosphinctes et Larcheria).

Ce renouvellement touche également les Oppéliidés (fréquents dans le faciès à spongiaires); apparaissent Camp. (Neopr.) lautlingensis, Och. canaliculatum, O. hispidum, Tr. arolicus, Tr. stenorynchus. Greg. transversarium est connu également dans cet assemblage.

Les faunes confirment et précisent les corrélations lithostratigraphiques de la fig. 2. Le premier assemblage est celui des Calcaires grumeleux inférieurs et des Calcaires siliceux; localement cependant ces derniers renferment des éléments de l'assemblage supérieur: au bord ouest de la chaine, le faciès des Calcaires siliceux est plus récent et envahit une partie des Calcaires hydrauliques; ceux-ci sont l'équivalent normal du niveau des biohermes.

#### 4 - Faune à Dichotomoceras des Couches d'Effingen et du Geissberg (fig. 6).

Avec les Couches d'Effingen apparaît une nouvelle faune dominée par le sous-genre Dichotomoceras comprenant P. (D.) bifurcatus, bifurcatoides, crassus.

Les autres éléments caractéristiques sont encore les grands Perisphinctes appartenant aux sous-genres Perisphinctes s.st. (cautisnigrae, strumatus, uptonensis, cf. boweni, panthieri), Amphillia (quadratus, eucostatus) et Pseudarisphinctes (uptonioides).

Parmi les éléments accessoires beaucoup viennent des Couches de Birmensdorf ou des Calcaires hydrauliques. La faune à Dichotomoceras apparaît ainsi comme un assemblage élaboré à partir de la faune précédente. L'absence de Gregoryceras est d'autant plus remarquable.

Quelques formes de cette faune (P. bifurcatoides, P. cf. uptonensis) sont déjà présentes dans les bancs-limites des Calcaires hydrauliques; le seul exemplaire connu de P. variocostatus vient de la partie supérieure des Couches de Birmensdorf. Il faut admettre un léger

|                                               | Calcaires lités                |                          |                                             | Calcaires pseudolithographiques             |                                    |
|-----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|
|                                               | Ensemble calcaire<br>inférieur | Série mameuse<br>moyenne | Niveau terminal =<br>Glypticien (Jacquemin) | Niveaux inférieurs<br>d'Evoiges, Aranc .... | Masse<br>principale                |
|                                               | C. de Montchalin               | C. de Bouvesse           | Les Granges                                 | C. de Soleymieu                             | Calc. à<br>Myes / Calc.<br>à Pinna |
| Amoeb. (Amoeb.) ovale Qu.                     | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Amoeb. (Amoeb.) bauhini Opp.                  | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Amoeb. (Amoeb.) lineatum Qu.                  | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Ochet. bassae Frad. - hispidiforme Font.      | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Ochet. marantianum d'Orb. - semifalcatum Opp. | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Trimarg. stenorynchus Opp.                    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Trimarg. trimarginatus Opp.                   | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Gloch. (Gloch.) tectum Ziegl.                 | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Gloch. (Gloch.) nimbatum Opp.                 | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Gloch. (Coryc.) canale Qu.                    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Gloch. (Coryc.) microdomum Opp.               | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Gloch. (Coryc.) modestiforme Opp.             | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Gloch. (Ling.) lingulatum Qu.                 | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (?) pichleri Opp.                        | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (?) lochense Opp.                        | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (?) tricristatum Opp.                    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (Tar.) costatum Qu.                      | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (Tar.) hauffianum Opp.                   | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (Streblitic.) sarasini de Lor. (Dom)     | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (Streblitic.) externodosum Dom           | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (Streblitic.) - tr. tegulatum Qu.        | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (Streblitic.) tegulatum Qu.              | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (Metahapl.) litocentrum Opp.             | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (Metahapl.) falculum Qu.                 | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (?) Metahapl. kobyi Choffat              | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (?) tenuinodosum Weg.                    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Tar. (?) wenzeli Opp. - pseudowenzeli Weg.    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Orthosph.) tisiani Opp.            | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Orthosph.) polygyratus Rein.       | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Orthosph.) colubrinus Rein.        | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Orthosph.) torrensensis Choff.     | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Orthosph.) mogosensis Choff.       | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Orthosph.) fontanensis Choff.      | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Pseudorth.) kirkdalensis Ark.      | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Pseudorth.) altemans n. sp.        | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Orthosph. (Pseudorth.) n. sp.                 | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Lithac. (Lithac.) evolutum Qu.                | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Lithac. (Lithac.) grandiplex Weg.             | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Lithac. (Lithac.) cf. heidenheimensis Weg.    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Lithac. (Discoceph.) steichenensis Opp.       | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Ringsteadia (Ringst.) flexuoides Qu.          | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Ringsteadia (Vineta) weinlandi Fischer        | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Decipia cf. decipiens Sow.                    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Decipia dewari Ark.                           | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Decipia topalensis Slimon.                    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Decipia latecosta Dohm                        | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Decipia girardoti n. sp.                      | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| ? Decipia gigantoplex Qu.                     | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Decipia schmidti Dohm                         | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Microbiplices microbiplex Qu.                 | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Microbiplices aff. procedens Oppenh.          | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Microbiplices aff. divergens Oppenh.          | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Microbiplices cf. vanae Oppenh.               | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Microbiplices cf. abelli Oppenh.              | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Epipeltoceras semimammatum Qu.                | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Epipeltoceras semimammatum Qu.                | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Epipeltoceras berrense Favre                  | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Epipeltoceras bimammatum Qu.                  | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Epipeltoceras treptense Enay                  | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Aspid. (Euaspid.) hypselum Opp.               | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Aspid. (Euaspid.) eucyphum Opp.               | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Aspid. (Euaspid.) costatum Dom                | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Aspid. (Euaspid.) hominale Favre              | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Aspid. (Euaspid.) striatocostatum Dom         | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Aspid. (Euaspid.) atavum Opp.                 | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Clambites aequicostatum Qu.                   | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Clambites clambus Opp.                        | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Idoceras minutum Dieterich                    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Idoceras schroederi Weg.                      | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Idoceras laxevolutum Font.                    | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Idoceras planula Hehl (Zieten)                | —                              | —                        | —                                           | —                                           | —                                  |
| Sous - zones                                  | Hypselum                       | Bimammatum               | ?                                           | (Hauffmann)                                 |                                    |
| ZONES                                         |                                | BIMAMMATUM               |                                             |                                             | PLANULA                            |

fig. 7 - Répartition des principales espèces d'ammonites des Calcaires lités et des Calcaires pseudolithographiques.

recouvrement avec la faune à Parandieri-Wartae et le remplacement par la faune à Dichotomoceras correspond à une modification faunique sans lacune.

##### 5 - Faune des Calcaires lités (fig. 7).

Dans les Calcaires lités, Perisphinctes s.st., Amphillia et Pseudarisphinctes ne se rencontrent plus. Parmi les nouveaux genres, à côté de formes rares ou particulières comme Microbiplices, Ringsteadia et Prorrasenia, les espèces les plus représentatives appartiennent aux genres Orthosphinctes et Decipia. Parmi le premier, O. tiziani, polygyratus, colubrinus, altemans sont connus sur toute la hauteur de la formation; par contre D. cf. decipiens, forme assez commune dans la moitié inférieure et dans le Banc à Bimammatum, est relayée par D. latecosta, déjà signalée (R. ENAY, 1964) comme un des éléments caractéristiques de ce niveau.

Ainsi, la faune périsphinctidienne est homogène, d'où une même physionomie d'ensemble pour les deux assemblages reconnus; ceux-ci se différencient essentiellement par les Oppéliidés et les Epipeltoceras.

Le premier assemblage correspond à la faune des Couches de Montchalin de l'île Crémieu et du Banc de fer en particulier; c'est donc essentiellement la faune du faciès à biohermes développé au S de l'accident Culoz - Aranc - Cerdon. Les éléments caractéristiques (Ep. semimammatum et morphotypes, Gl. tectum, canale, O. bassae, hispidiforme, Tar. externodosum, Amoeb. ovale, Asp. costatum ...) se rencontrent encore dans les niveaux homologues du banc de fer (1<sup>er</sup> niveau à concrétions, banc à pyrite, banc vacuolaire) dans le faciès grumeleux à concrétions; mais très rapidement on n'a plus que des formes isolées aussi bien dans le faciès vaseux de Chatelneuf, au NW, que dans le faciès mamo-calcaire, à l'Est.

Un deuxième assemblage groupe les formes des Couches de Bouvesse; la faune vient en grande partie du Banc à Bimammatum où Ep. bimammatum remplace le groupe de Ep. semimammatum; il est accompagné de Gl. lingulatum, O. marantianum, O. semifalcatum, Tar. costatum, Tar. tegulatum. En dehors de l'île Crémieu cette faune manque à peu près complètement; des formes isolées (dont E. bimammatum) sont connues dans le faciès grumeleux à concrétions et le faciès mamo-calcaire.

A la partie supérieure des Calcaires lités, à la faune des Couches de Bouvesse s'ajoutent de nouveaux éléments : Gl. modestiforme, Tar. hauffianum, T. litocerum, T. tenuinodosum, T. falculum, T. wenzeli-pseudowenzeli; cette faune est présente à la partie inférieure des Calcaires pseudolithographiques à Evosges, Lupieu, Outriaz ... etc ...

Comme les précédentes, elle manque dans le faciès grumeleux à concrétions et dans le faciès mamo-calcaire; elle s'étend ainsi à la périphérie du grand biostrome développé dans le domaine occidental. Les intercalations à spongiaires de la partie supérieure des Calcaires lités et des Calcaires pseudolithographiques inférieurs représentent la terminaison orientale du troisième niveau à concrétions du faciès grumeleux.

#### 6 - Dernière faune oxfordienne : les Couches à Idoceras (fig. 7).

A l'exception de sa partie inférieure dont la faune se rattache à celle des Calcaires lités, la formation calcaire terminale n'est qu'exceptionnellement fossilifère.

Le faible volume du matériel ne permet pas d'accorder une signification particulière aux quelques formes connues seulement des Calcaires à Myes de l'Île Crémieu : Gl. modestiforme, Tar. litocerum et sublitocerum, M. microbiplex. L'élément caractéristique est partout le genre Idoceras avec I. planula, laxevolutum, minutum et schroederi. Les individus les plus élevés connus sont à quelques mètres sous la "Pisolithes" ou précèdent immédiatement l'apparition de la fauné à Sut. platynota.

#### C/ Zonation de l'Oxfordien (fig. 8-9).

Les nouvelles interprétations lithostratigraphiques, confirmées par les faunes, apportent peu de changement à leur succession et à la zonation proposée en 1962 (R. ENAY, 1964). L'étude présentée aujourd'hui est plus complète et concerne également les zones inférieures de l'Oxfordien négligées dans ma communication au Colloque du Jurassique à Luxembourg.

De l'analyse réalisée dans les pages précédentes se dégagent avec netteté plusieurs assemblages qui constituent l'élément fondamental d'une zonation. Le rôle des espèces-indices sera seulement de "personnaliser" chaque faune et par là une unité stratigraphique à laquelle il ne s'identifie pas nécessairement. Les zones utilisées seront des "oppelzones" ou "zones de concomitance".

En conséquence, le choix de l'index satisfait autant à des critères de répartition (verticale et horizontale) qu'à des considérations pratiques; à ces dernières se rattachent les deux impératifs suivants :

- utilisation de zones d'acceptation assez large, correspondant à des assemblages de grande extension; les faunes plus limitées, souvent liées à des facteurs écologiques ou géographiques, servent à des divisions plus fines, sous-zones, dont la valeur régionale ou locale n'altère pas le cadre zonal général.

- dans la mesure du possible, adoption d'index valides déjà utilisés, surtout pour les zones; pour les sous-zones cette nécessité s'impose moins, compte tenu de leur signification souvent plus limitée.

On pourrait ajouter ou conseiller : emploi d'espèces suffisamment abondantes et de détermination aisée; ainsi, l'utilisation de microconches de préférence aux macroconches souvent difficiles à obtenir en grands exemplaires paraît souhaitable.

Ces impératifs restent conditionnés par les caractères de la succession locale. D'un

autre côté, il est nécessaire de prendre en considération les zonations déjà proposées en vue de la réalisation d'un schéma zonal aussi général que possible. Ceci suppose des corrélations suffisamment précises entre régions éloignées. Aussi, avant d'aborder la zonation qui exprimera, au moins en partie, ces corrélations, il convient d'examiner quelques "problèmes de stratigraphie zonale" encore en suspens dans l'Oxfordien d'Europe occidentale.

#### 1 - Problèmes de stratigraphie zonale en Europe occidentale.

Les difficultés dans les corrélations entre l'Europe du NW et la province franco-souabe commencent avec l'Oxfordien supérieur. D'ailleurs, entre la zone à Cordatum et la zone à Pseudocordata, d'une part, la zone à Bimammatum, d'autre part, les zonations ne sont pas encore assurées. C'est un seul problème dans lequel je séparerai deux aspects.

##### a) Zone à Plicatilis et zone à Transversarium.

W.J. ARKELL a toujours considéré les faunes de ces deux zones comme équivalentes, au moins dans leur ensemble, car il admet un âge plus récent pour quelques éléments (Amoeboceras, Discosphinctes) de la faune classique de Trept.

L'opinion de J.H. CALLOMON (1964) est bien différente : la zone à Plicatilis et la zone à Transversarium, "transgressive", ne seraient pas équivalentes mais se succéderaient l'une l'autre. Leur jonction coïnciderait avec l' "Oxfordian Tilt", sorte de mouvement de bascule entraînant l'échange des bassins de sédimentation, la complémentarité des dépôts et l'individualisation de provinces fauniques différentes qui sont à l'origine des difficultés actuelles.

La zone à Plicatilis est divisée en trois sous-zones; les deux premières, les sous-zones à Vertebrata et à Antecedens, sont de W.J. ARKELL (1947); J.H. CALLOMON reconnaît, au sommet, une sous-zone à Parandieri (1960).

Dans le Jura, la disposition pseudotransgressive des Couches de Birmensdorf (renfermant la faune de la zone à Transversarium) est la règle; à Trept, la conséquence en est le mélange de faunes de plusieurs horizons (cf. p. 85). La plupart des formes de la zone à Plicatilis d'Angleterre sont dans un faciès différent des Couches de Birmensdorf.

Bien que les zones en discussion n'en tirent pas origine, la région étudiée se trouve au coeur même du problème et la succession des faunes dans les couches à spongiaires apporte une contribution décisive. Celles-ci renferment deux assemblages bien distincts; la faune de la zone à Transversarium, avec ses éléments les plus caractéristiques, associée à des espèces de la zone à Plicatilis, en particulier P. (P.) parandieri, occupe la partie supérieure. La zone à Transversarium sera interprétée de façon à joindre la zone à Bimammatum immédiatement supérieure. En conséquence :

Les zones à Plicatilis et à Transversarium ne se succèdent pas l'une l'autre; elles se recouvrent partiellement et la partie qui leur est commune correspond à la sous-zone à Parandieri.

b) Zones actuelles et corrélations au-dessus de la sous-zone à Parandieri.

A. OPPEL a convenu de partager entre la zone à Transversarium et la zone à Bimammatum, de façon qu'elles soient jointives, l'épaisse série marneuse qui, en Argovie et en Souabe, surmonte les Couches de Birmensdorf et le Transversarius-kalkbank. Les indices proposés par H. SALFELD (1914) ne sont pas satisfaisants; cependant W.J. ARKELL conserve A. alternans pour la partie supérieure d'une grande zone à Transversarium, mais l'équivalence Plicatilis-Transversarium concerne seulement la partie inférieure de cette grande zone (= zone à Transversarium sensu-stricto).

De même pour l'Oxfordien anglais : la plus grande incertitude règne au-dessus de la zone à Plicatilis. W.J. ARKELL a d'abord admis une zone à Variocostatus avec P. cautisnigrae à la base (1936, 1937 a). Plus tard, il retient deux zones, la zone à Cautisnigrae à la partie inférieure, la zone à Decipiens (de SALFELD) au sommet et la zone à Pseudocordata, également de SALFELD, couronne le tout (1945, 1947-1949, 1956).

L'équivalence avec la zone à Bimammatum de l'Europe du Sud a toujours été admise par W.J. ARKELL, au moins pour les zones à Cautisnigrae et à Decipiens; une importante lacune est alors nécessaire, qui correspond à la partie supérieure (W.J. ARKELL, 1956) ou même à toute la zone à Transversarium selon J.H. CALLOMON.

La succession des faunes dans la région étudiée apporte quelque lumière. Déjà, à Luxembourg, en 1962, j'ai proposé de nouvelles corrélations, confirmées et amplifiées par les recherches effectuées depuis. En conséquence :

- On peut conserver pour la zone à Decipiens le parallélisme avec la zone à Bimammatum.
- On doit admettre l'équivalence de la zone à Cautisnigrae de W.J. ARKELL avec les niveaux pour lesquels j'ai créé la zone à Bifurcatus.

c) Incidences des corrélations proposées sur la zonation de l'Oxfordien.

Trois solutions paraissent possibles quant à l'interprétation à donner aux zones à Plicatilis et à Transversarium.

Solution 1 : Zone à Plicatilis avec une sous-zone à Transversarium (cf. H. HOLDER, 1964, p. 232 - G. HAUSERSTEIN, 1966).

La zone à Plicatilis de W.H. HUDDLESTON (1878) se termine avec le Coral Rag; ainsi elle inclut la sous-zone à Parandieri de J.H. CALLOMON. Celle-ci ne figurait pas dans les schémas zonaires proposés par W.J. ARKELL qui plaçait le Wheatley Limestone (équivalent du Coral Rag) et sa faune au sommet de la sous-zone à Antecedens. Actuellement la zone à Plicatilis comprend les trois sous-zones de J.H. CALLOMON (1960).

P. parandieri est une des formes fréquentes des Couches de Birmensdorf de la région étudiée avec la faune de la zone à Transversarium. Cependant la zone à Plicatilis ne peut guère être étendue vers le haut pour inclure également les Impressa-Thone et les Effingener-Schichten. Le fait que Gregoryceras ne s'y rencontre pas est un autre argument dans le cadre de la solution discutée ici. Ainsi, la sous-zone à Transversarium de la zone à Plicatilis correspondrait seulement à une partie de la zone de A. OPPEL, la zone à Transversarium sensu stricto de W.J. ARKELL.

Notons ici que, antérieurement à J.H. CALLOMON, H. TINTANT (1958) a introduit la sous-zone à Parandieri comme division de la zone à Transversarium s.l.

Solution 2 : Zone à Transversarium avec plusieurs sous-zones incluant`celles de la zone à Plicatilis (H. TINTANT, 1958, 1961, 1962, 1964).

La zone à Transversarium est assimilée à l'Argovien de E. HAUG; celui-ci est intercalé entre l'Oxfordien s.st., terminé avec la zone à Cordatum, et le Rauracien (= zone à Bimammatum). Dans cette définition "hiérarchique" (cf. J.H. CALLOMON, 1964, 1965), la zone à Transversarium inclut la zone à Plicatilis.

La présence de Gregoryceras justifierait de "tirer" vers le bas la zone originale de OPPEL. Que sait-on de l'extension verticale de Gregoryceras ? D'une part il faut éliminer les points où il y a mélanges de faunes ou seulement doute; d'autre part, ainsi que l'avait déjà vu A. de GROSSOUVRE, toutes les espèces de Gregoryceras n'ont peut-être pas la même signification.

Dans la région étudiée :

- Gregoryceras se rencontre dans la plus grande partie de la zone à Plicatilis de J.H. CALLOMON (incluant une sous-zone à Parandieri au sommet).

- Sa présence dans la partie inférieure de la zone n'est pas établie; par contre, il manque toujours au-dessus de la sous-zone à Parandieri.

- G. transversarium est connu seulement dans cette sous-zone; G. riasi et romani semblent être des formes plus anciennes.

En conséquence, pour la définition de la zone à Transversarium :

- une zone à Transversarium s.st., basée sur l'extension du genre Gregoryceras, laisserait subsister de part et d'autre un volume de couches insuffisant (surtout à la base) pour former des zones autonomes valables et difficilement rattachable (au sommet surtout) aux zones adjacentes.

- une grande zone à Transversarium peut être envisagée; l'absence du genre à la base et au sommet qui en résulterait n'est pas un obstacle, mais en dehors de Gregoryceras (élément mineur de la faune) se trouvent ainsi réunis des assemblages bien différents comme nous allons le voir.

Solution 3 : Deux zones indépendantes, la zone à Plicatilis en-dessous, la zone à Transversarium au-dessus, celle-ci incluant la sous-zone à Parandieri.

Dans sa définition typologique (cf. J.H. CALLOMON, 1964, 1965) la zone à Transversarium de A. OPPEL (1863, p. 165) correspond au "niveau des couches à spongiaires de Birmensdorf" et aux "Impressa-Thone" très proches par la faune. Il ne fait aucun doute que l'espèce-indice sert surtout à désigner une faune.

Dans la région étudiée la faune de la zone à Transversarium telle qu'elle ressort des listes d'OPPEL (1863, 1865, 1866) correspond à l'assemblage de la partie supérieure des couches à spongiaires, avec la faune de la sous-zone à Parandieri. Les éléments de la zone à Plicatilis qui lui sont associés ne sont pas les plus caractéristiques de celle-ci.

Si nous considérons que la sous-zone à Parandieri ne faisait pas partie du premier schéma zonal de W.J. ARKELL et qu'elle a été définie d'abord comme division de la zone à Transversarium, elle peut, sans grand inconvénient, être retranchée de la zone à Plicatilis. La limite entre les zones à Plicatilis et Transversarium sera placée alors au-dessous de la sous-zone à Parandieri.

## 2 - Les zones de l'Oxfordien dans le Jura.

Les zones et sous-zones ci-dessous sont proposées :

| Zones                           | Sous-zones    |                     |
|---------------------------------|---------------|---------------------|
| Planula                         |               | Oxfordien supérieur |
| Bimammatum                      | Bimammatum    |                     |
|                                 | Hypselum      |                     |
| Transversarium<br>(ou Martelli) | Bifurcatus    |                     |
|                                 | Parandieri    |                     |
| Plicatilis                      | Antecedens    | Oxfordien moyen     |
|                                 | Tenuicostatum |                     |
| Cordatum                        | Cordatum      | Oxfordien inférieur |
|                                 | Costicardia   |                     |
|                                 | Bukowskii     |                     |
| Mariae                          | Praecordatum  |                     |
|                                 | Scarburgense  |                     |

| A. OPPEL<br>1863      | H. SÄLFELD, 1913            |                | W.J. ARKELL, 1936, 1937 |                             | W.J. ARKELL<br>1944, 1946,<br>1947, 1948 |                             | W.J. ARKELL, 1956 |            |                |
|-----------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|------------|----------------|
| Tenulobatus<br>(pars) | Baylei                      | Planula        | Pseudocordata           | Planula<br>et<br>Brandesi   | Pseudocordata                            | Planula<br>et<br>Brandesi   | ?                 | Planula    |                |
| Bimammatus            | Anglica et<br>Pseudocordata | Brandesi       | Variocostatus           | Bimammatum<br>et<br>Tiziani | Decipiens                                | Bimammatum<br>et<br>Tiziani | Pseudocordata     | Bimammatum |                |
|                       | Decipiens et<br>Achilles    | Achilles       |                         | Cautimigræ                  | Tiziani                                  | Decipiens                   |                   |            |                |
| Transversarius        | Wartae et<br>Altemans       | Transversarius | ? Plicatilis            | Altemans<br>et<br>"Wartae"  | ? Lacune                                 | Altemans                    | ?                 |            | Altemans       |
|                       | Antecedens                  |                |                         |                             |                                          |                             |                   |            |                |
|                       | Martelli                    |                | Plicatilis              | Transversarium              | Plicatilis                               | Antecedens                  | Transversarium    | Antecedens | Transversarium |
|                       | Tenuicostatus               |                |                         |                             |                                          |                             |                   |            |                |
| Biarmatus             |                             |                |                         | Biarmatum                   |                                          | Biarmatum                   |                   | Biarmatum  |                |

| H. DOUVILLE, 1881                             | A. de GROSSOUVRE<br>1922 | L. WEGELE, 1930<br>C. DORN, 1931<br>E. DIETERICH, 1942 |                    | S.W.M. MULLER<br>1941 | H. TINTANT * |            |            |              |            |
|-----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|
|                                               |                          |                                                        |                    |                       | 1946-1948    | 1958       | 1961       | 1962-1964 ** | 1964 **    |
| Achilles                                      |                          | Planula                                                | Falcula            | "Planulum"            |              |            |            |              |            |
|                                               |                          |                                                        | Wenzeli            |                       |              |            |            |              |            |
|                                               |                          |                                                        | Tenuinodosa        |                       |              |            |            |              |            |
| Maraschianus<br>= Bimammatus                  | Bimammatum               | Bimammatum                                             | Bimammatum         | Bimammatum            | Bimammatum   | Tiziani    | Bukowskii  | Bimammatum   |            |
|                                               | Ochetoc, n. sp.          |                                                        | Hypselum<br>Uhligi |                       |              | Castroi    |            |              |            |
| Canaliculatus<br>transversarius<br>- Martelli | Canaliculatum            |                                                        | Transversarium     | Canaliculatum         | Wartae       | Wartae     | Castroi    | ?            |            |
|                                               |                          |                                                        |                    |                       | Parandieri   |            |            | Wartae       |            |
|                                               |                          |                                                        |                    | Perarmatum            | Vertebrale   | Vertebrale | Vertebrale | Wartae       | Parandieri |
|                                               |                          |                                                        |                    |                       |              |            |            | Vertebrale   | Vertebrale |

fig. 8-9 - Zonations de l'Oxfordien, fig. 8 (en haut) : corrélations entre les échelles nord et sud-deux domaines, \* les zones de 1961 à 1964 ne sont pas représentées à la place et avec França, F. M. d'Almeida, R. Mouterde, Ch. Ruget-Perrot, H. Tintant et G. Zbyzenski, 1965.

| J.H. CALLOMON, 1964 |                |                  | R. ENAY, 1964 |            |                | A. ZEISS, 1965 |                |   | R. ENAY, 1966 |               |                           |
|---------------------|----------------|------------------|---------------|------------|----------------|----------------|----------------|---|---------------|---------------|---------------------------|
|                     |                |                  | ?             | Planula    |                | ?              | Planula        |   | ?             | Planula       |                           |
| Pseudocondata       | Bimammatum     |                  | Pseudocondata | Bimammatum | Bimammatum     | Pseudocondata  | Bimammatum     |   | Pseudocondata | Bimammatum    | Bimammatum                |
| Decipiens           |                |                  | Decipiens     | Hypselum   |                | Decipiens      | Berrense       |   | Decipiens     | Hypselum      |                           |
| Cautimigrae         |                |                  |               |            |                |                |                |   |               |               |                           |
| ?                   | Transversarium |                  | Cautimigrae   | Bifurcatus |                | Cautimigrae    | Bifurcatus     |   | Cautimigrae   | Bifurcatus    |                           |
|                     |                |                  | Plicatilis    | Parandieri | Transversarium | Plicatilis     | Transversarius | ? | Parandieri    | Parandieri    | Transversarium / Martelli |
|                     |                |                  |               | Vertebrale |                |                |                |   |               |               |                           |
| Plicatilis          | Parandieri     | "Oxfordian Tilt" |               |            |                |                |                |   |               |               |                           |
|                     | Antecedens     |                  |               |            |                |                |                |   | Antecedens    | Antecedens    |                           |
|                     | Vertebrale     |                  |               |            |                |                |                |   | Vertebrale    | Tenuicostatum | Plicatilis                |

| U. KOERNER, 1963 | A. ZEISS, ***<br>1962, 1965 | H. HOLDER, 1964<br>G. HAUFERSTEIN, 1966 |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| Planula          | Galar                       | Galar<br>Falcata<br>Wenzeli             |
|                  | Planula                     | Planula                                 |
|                  | Bimammatum                  | Bimammatum                              |
| Altemans         | Berrense<br>(Hypselum)      |                                         |
|                  | Bifurcatus<br>(Cautimigrae) | Altemans                                |
| Transversarium   | Plicatilis                  | Transversarium                          |
|                  |                             | Parandieri                              |
|                  |                             | Antecedens                              |
|                  |                             | Vertebrale                              |

| W.H. HUDLESTON<br>1876, 1878    | A. MORLEY-DAVIES<br>1917, 1929 | W.J. ARKELL<br>1933          | P. SIEGFRIED<br>1953 | H. HOLDER, 1964          |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------------|
|                                 |                                |                              |                      |                          |
| Variocostatus<br>et<br>Altemans | Pseudocondata<br><br>Serratus  | Anglica<br>et<br>Wartae      | Cautimigrae          | Cautimigrae              |
| Plicatilis                      | Martelli                       | Antecedens<br>et<br>Martelli | Plicatilis           | Plicatilis               |
| Perarmatum<br>(Catena)          | Catena                         | Catena                       | Tenuicostatum        | Martelli<br>(Siegfriedi) |

européennes d'après différents auteurs. fig. 9 (en bas) : autres échelles zonaires proposées pour ces l'extension proposées par H. Tintant mais par référence à la zonation de 1958. \*\* 1962-1964 in J. C. 1964 in J. Salomon et H. Tintant.\*\*\* Entre parenthèses les index utilisés en 1962 et abandonnés en

Les divisions zonaires sont tirées de la succession des faunes examinées précédemment (cf. fig. 4-7). La distinction de zones et de sous-zones repose sur l'individualité plus ou moins grande des assemblages-types tant du point de vue de leur succession que de leur répartition géographique. Ces critères interviennent aussi dans le choix des indices, mais celui-ci doit tenir compte également des échelles zonaires déjà réalisées (cf. fig. 8-9).

#### D/ Conclusions.

- Les modifications horizontales et verticales de la faune ont été analysées; les premières, surtout écologiques, restent assez limitées pour ne pas influencer l'établissement d'une zonation; celle-ci résulte des corrélations basées sur les faunes et constitue le cadre biostratigraphique dans lequel viennent s'insérer les unités lithologiques définies dans le précédent chapitre (fig. 10).

- La zonation de l'Oxfordien est fondée essentiellement sur la succession des faunes dans la région étudiée; ainsi il a paru préférable d'utiliser une sous-zone à Tenuicostatum plutôt qu'une sous-zone à Vertebrata.

Cependant, plusieurs faits importants de la succession des faunes débordent le cadre de la région étudiée; ils concernent surtout les relations et la définition des zones à Plicatilis et à Transversarium. Pour le reste la succession des faunes n'offre aucune différence avec les régions-types, l'Angleterre pour la partie inférieure de l'Oxfordien, la Souabe-Franconie pour les zones à Bimammatum et à Planula.

Les zones à Mariae et à Cordatum avec leurs sous-zones n'offrent aucune différence avec les régions-types, Angleterre et Normandie.

Les zones à Plicatilis et à Transversarium sont bien l'une au-dessus de l'autre, suivant l'opinion de J.H. CALLOMON (1964), à condition de placer la sous-zone à Parandieri dans la zone à Transversarium, conformément à sa première définition par H. TINTANT (1958).

Ainsi, les deux zones coïncident respectivement et dans l'ordre avec l'acmé d'Arisphinctes (et Kranaosphinctes) et de Perisphinctes s.st. Gregoryceras est présent à la fois dans la zone à Plicatilis (partie supérieure) et dans la zone à Transversarium (base); celle-ci serait mieux représentée par P. martelli.

Les divisions de la zone à Transversarium sont données également par les Perisphinctes: à la partie inférieure (sous-zone à Parandieri), P. (P.) parandieri et P. (D.) wartae, souvent pris comme indices de zones (ou sous-zones) différentes, occupent le même niveau; à la partie supérieure (sous-zone à Bifurcatus), la faune à Dichotomoceras comprend de nombreuses formes de la zone à Cautisnigrae de W.J. ARKELL.

Les faunes des zones à Bimammatum et à Planula sont celles de Souabe-Franconie; quelques éléments de la zone à Bimammatum autorisent des corrélations avec la zone à



Decipiens d'Angleterre. Comme en Franconie on peut séparer une sous-zone à Hypselum à la partie inférieure de la zone à Bimammatum, l'individualisation d'une sous-zone à Hauffianum est envisagée.

En résumé, la zonation proposée est une solution équilibrée des problèmes de stratigraphie zonale concernant l'Oxfordien en Europe occidentale.

- L'âge des formations dans la région étudiée se trouve ainsi précisé (fig. 10).

. Les "Marnes à Cr. renggeri" correspondent à la zone à Mariae et à la plus grande partie de la zone à Cordatum; un niveau à fossiles phosphatés représentant la zone terminale du Callovien (zone à Lamberti) se rencontre souvent à leur base. Le faciès à fossiles pyriteux finit avec la sous-zone à Costicardia, sauf à l'W de l'Ain, où il persiste dans les "Couches de passage".

. Les "Couches à sphérites" et les "Couches de passage", équivalent latéral des premières, plus marneux et, localement, à fossiles pyriteux, représentent le sommet de la zone à Cordatum (sous-zone à Cordatum) et la zone à Plicatilis (sous-zones à Tenuicostatum et à Antecedens, pars).

. Le début des "Couches de Birmensdorf" et des "Calcaires siliceux" est daté du sommet de la sous-zone à Antecedens; ces deux faciès et celui, équivalent, des "Calcaires hydrauliques" continuent au cours de la zone à Transversarium (sous-zone à Parandieri).

. Pour brutal qu'il soit, le changement de sédimentation coïncidant avec l'apparition des "Couches d'Effingen" se fait sans lacune, ainsi que l'atteste le recouvrement des faunes des sous-zones à Parandieri et à Bifurcatus; à celle-ci appartiennent les "Couches d'Effingen" et les "Couches du Geissberg".

. Les "Calcaires lités" débutent avec la zone à Bimammatum; la sous-zone à Hypselum n'est bien individualisée que là où les faunes sont assez riches. Localement, les "Calcaires pseudolithographiques" apparaissent au sommet de la zone à Bimammatum, mais ce faciès est normalement celui de la zone à Planula; sur la base des relations lithostratigraphiques proposées p. , cette dernière comprend également les "Couches du Morillon".

- "Calcaires pseudolithographiques" et "Couches du Morillon". En l'absence d'ammonites dans ces dernières l'équivalence des deux formations reste discutable.

A. GUILLAUME (1960) qui a donné la coupe type des "Couches du Morillon" base sa classification sur le Jura bernois où sont des faciès très proches de ceux qu'il étudie. Les corrélations entre le Jura bernois et les niveaux à céphalopodes du Jura argovien sont encore en suspens et difficiles; par contre ce dernier se relie très facilement au Jura méridional (cf. p. 57). Aussi A. GUILLAUME ne propose pas de corrélations avec la région étudiée et les termes "Argovien", "Rauracien" ou "Séquanien" désignent seulement des formations ou des faciès.

Aux Arboux, comme à Chatelneuf, la faune des "Calcaires lités", quoique peu abondante, les date de la zone à Bimammatum. Dans le domaine des "Calcaires pseudolithographiques" l'apparition de ce faciès n'est pas datée partout avec précision mais coïncide approximativement avec la limite des zones à Bimammatum et à Planula. Un changement lithologique majeur est souvent connu à ce niveau en d'autres régions (Crussol, Ardèche, chaînes subalpines, Souabe). Dans la mesure où les rares éléments fauniques connus ne s'y opposent pas je considère que le changement lithologique entre les "Calcaires lités" et les "Couches du Morillon" est approximativement de même âge.

Ceci pose naturellement le problème des corrélations avec le Jura bernois déjà apparu à propos du "Calcaire à momies principal" et du "Hauptmumienbank".

A Champagnole, les niveaux bioclastiques ou à polypiers du "Rauracien" et du "Séquanien" inférieur sont attribués aux zones à Bimammatum et à Planula : "nous plaçons arbitrairement au niveau du banc à végétaux terrestres le sommet de la zone à Bimammatum". \* (A. GUILLAUME, 1960, p. 163). A Chatelneuf, à la suite de L.A. GIRARDOT, A. GUILLAUME admet un "Rauracien" inférieur mamo-calcaire correspondant ici aux "Calcaires lités" (cf. p. 63) et comparé aux "Crenularis-Schichten" d'Argovie (= zone à Bimammatum). \*\* L'envahissement du "Rauracien" par les faciès mamo-calcaires "argoviens" semble confirmé par les observations de A. GUILLAUME (1964) dans la région de La Chaux-du-Dombief.

Mais, à Morez (H. BERGOUGNAN et A. GUILLAUME, 1965) les niveaux à "momies" du "Séquanien" moyen reposent sur des "Mamo-calcaires offrant le faciès argovien" ou un faciès voisin, qui comprennent ainsi les "Calcaires pseudolithographiques" de A. RICHE (= Séquanien inférieur de T. RAVEN, 1932). Le passage latéral de faciès observé par A. GUILLAUME à La Chaux-du-Dombief concerne les "Calcaires pseudolithographiques" de la zone à Planula.

### III - PALEOGEOGRAPHIE, SEDIMENTATION ET DEFORMATIONS.

---

Ce dernier chapitre vise à une explication de la répartition dans l'espace et dans le temps des différents dépôts oxfordiens. Déjà P. CHOFFAT (1878, 1885), puis A. CAIRE (1953) pour l'Oxfordien, M. DREYFUSS pour le Jurassique, ont oeuvré dans ce sens.

Cette nouvelle tentative se différencie des précédentes, toutes plus ou moins direc-

---

\* Il s'agit d'une zone à Bimammatum s.l. (cf. S. et A. GUILLAUME, 1965, Notice de la feuille de Champagnole, Carte géologique de la France au 1/50 000, XXXIII-26).

\*\* S. et A. GUILLAUME, 1965, feuille de Champagnole; ce niveau est mis à la partie supérieure de l' "Argovien".

tement tributaires des études stratigraphiques antérieures, par la réalisation préalable d'un cadre stratigraphique à la fois plus détaillé et plus précis basé sur une lithostratigraphie et une biostratigraphie nouvelles.

#### A/ Evolution générale du Jura pendant l'Oxfordien (fig. 11-12).

En utilisant les données bibliographiques pour la partie de la chaîne non étudiée ici on peut déjà retracer l'évolution générale du Jura au cours de l'Oxfordien; on aura ainsi une première idée sur les déformations ou la localisation de certains faciès.

- Jusqu'à la fin du dépôt des "Couches à sphérites" (sous-zone à Antecedens) une zone à sédimentation réduite occupe l'emplacement de la haute-chaîne, traversant en oblique les deux extrémités de l'arc jurassien; son domaine, d'abord assez réduit (marnes à Cr. renggeri), s'étend ensuite vers l'W, surtout dans sa partie moyenne. Le reste du Jura et l'avant-pays (Bresse, Haute-Saône, Alsace méridionale) sont le siège d'une accumulation intense.

- Avec la sous-zone à Antecedens (sommet) et la sous-zone à Parandieri, la sédimentation reprend sur la haute-chaîne, c'est la "transgression argovienne" classique; il était admis que les "Couches de Birmensdorf" traduisaient une subsidence active de la zone interne; en réalité, il y a persistance d'une zone d'accumulation faible; les épaisseurs les plus fortes sont toujours en position externe, sur l'emplacement du plateau de Champagnole et autour de Moutier, dans le faisceau helvétique.

Un autre changement important : l'apparition des faciès subcoralliens sur l'axe salinois et le Nord du Jura bernois, qui très rapidement s'étendent jusqu'au massif ancien Vosges-Forêt Noire.

- Le renversement de subsidence intervient au début des "Couches d'Effingen"; la zone d'accumulation maximale de Chatelneuf-Meussia persiste, mais déjà s'ouvre largement vers l'E où sont les épaisseurs les plus fortes.

Le désaccord entre l'extension des "Bancs à permes" de la partie supérieure des "Couches d'Effingen" et le tracé des courbes d'isopaques globales ("Couches d'Effingen" + "Couches du Geissberg") est remarquable; par contre il y a coïncidence avec le développement pris par les calcaires à la partie inférieure des "Couches du Geissberg"; les nombreuses surfaces d'arrêt de sédimentation indiquent un ralentissement de l'accumulation pour la région de Chatelneuf-Meussia; cette tendance a probablement débuté dès le sommet des Couches d'Effingen et se traduit par l'apparition des bancs à permes inconnus vers le Sud et l'Est.

- La zone à Bimammatum et les Calcaires lités confirment le ralentissement de l'accumulation dans la région de Chatelneuf occupée par le faciès vaseux à myacées : les spongiaires se localisent dans les parties où l'accumulation est plus importante; le "coin" en direction de Cerdon formé par le faciès mamo-calcaire correspond aux épaisseurs les plus fortes marquées par la profonde inflexion des isopaques.

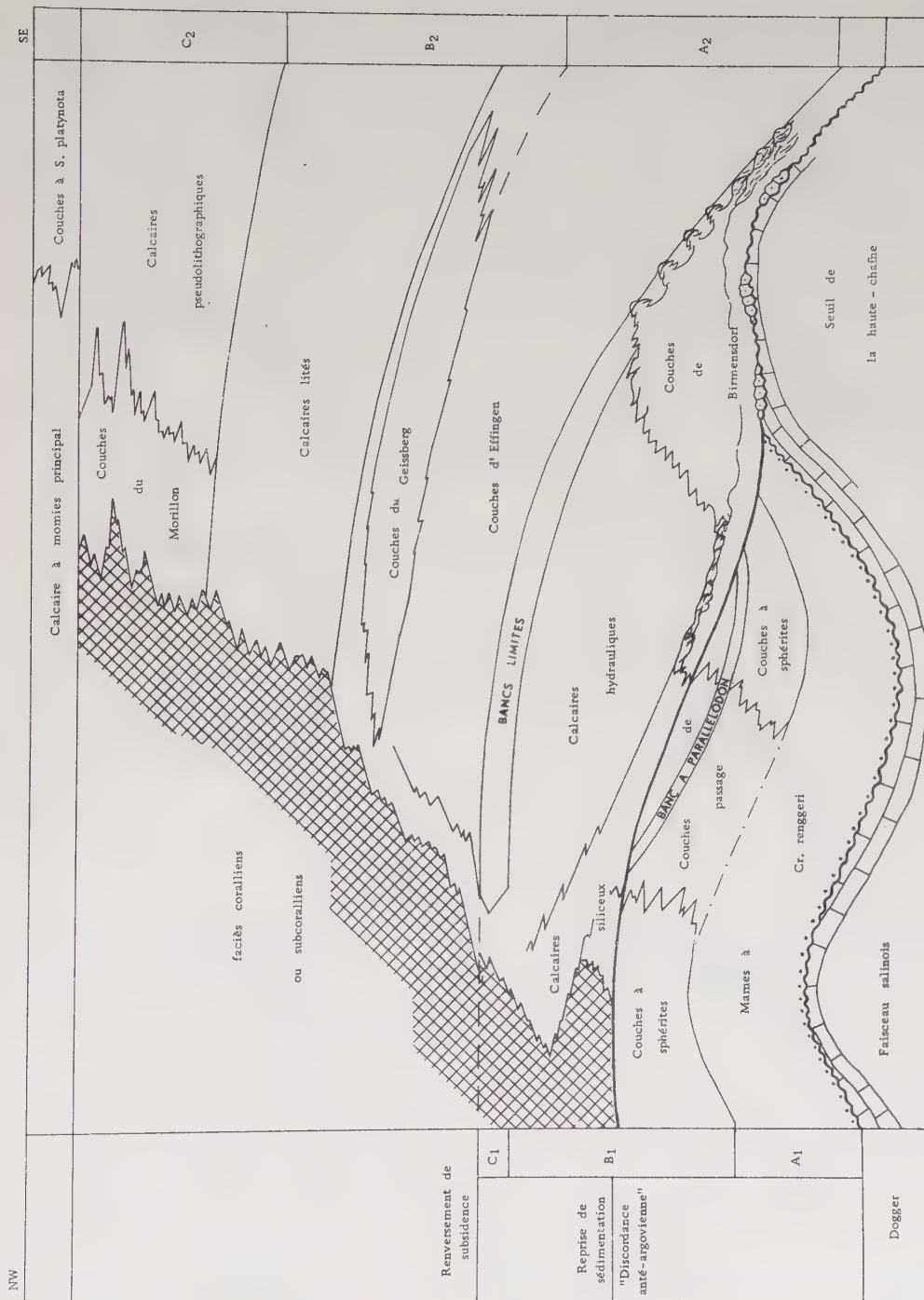


fig. 11 - Coupe palinspatique schématique de l'Oxfordien dans la moitié sud du Jura, montrant la "reprise de sédimentation" et la "discordance" des Couches de Birmensdorf, le "renversement de subsidence" qui précède la mise en place d'Effingen.

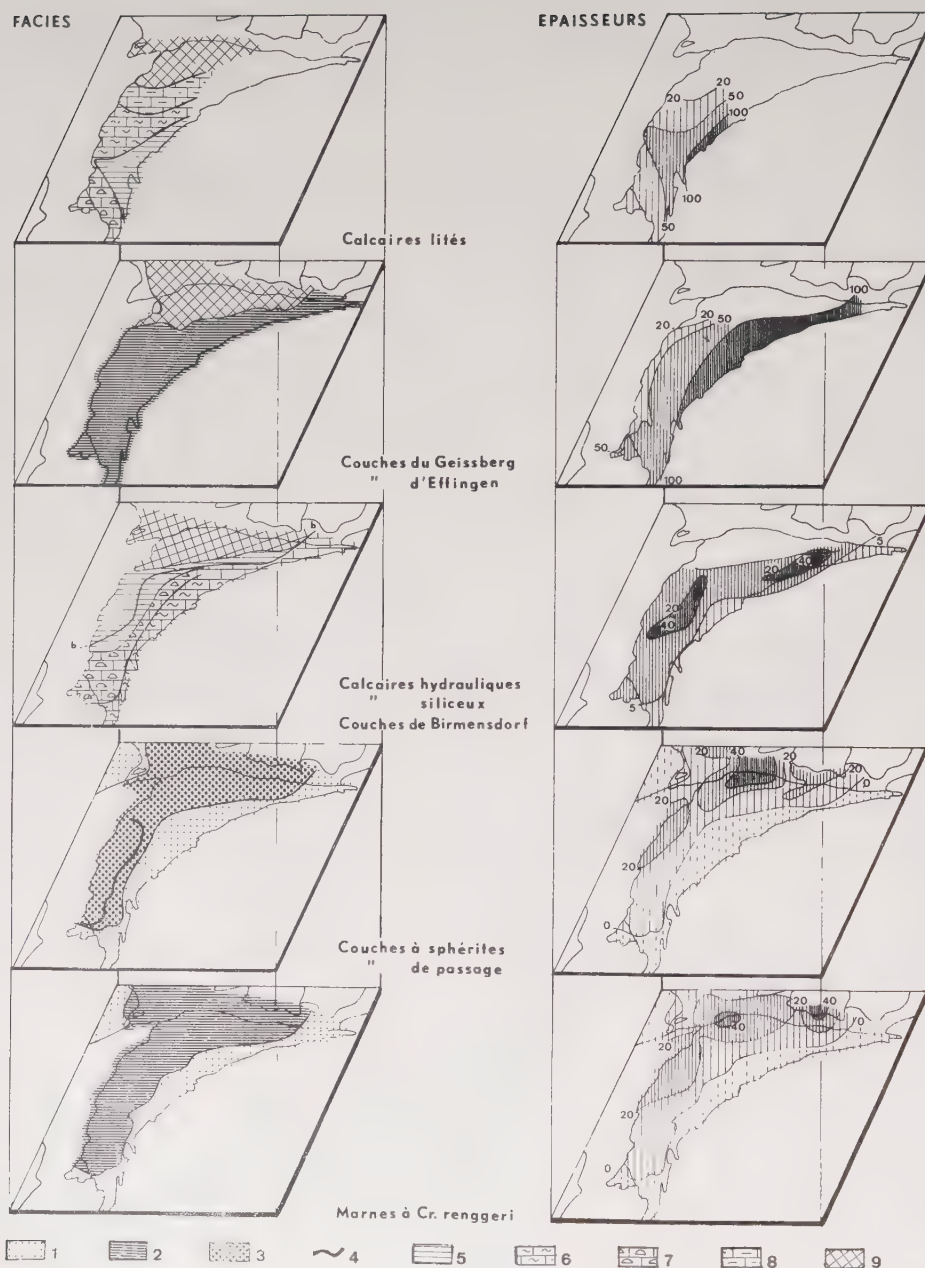


fig. 12 - Essai de représentation de l'évolution des faciès et des épaisseurs au cours de l'Oxfordien. - Faciès. 1 : Oxfordien réduit (condensation, lacune, remaniement). 2 : Marnes (Marnes à Cr. renggeri, Couches d'Effingen). 3 : Couches à sphériles et Couches de passage. 4 : Limite orientale du Banc à Parallelodon et de son équivalent méridional. 5 : Alternances "marne et calcaire" (Calcaires hydrauliques, Calcaires siliceux, faciès marno-calcaire de Calcaires lités). 6 : Calcaires à spongiaires stratifiés (Couches de Birmensdorf, pars et faciès à concrétions de Calcaires lités). 7 : Calcaires à spongiaires avec biohermes (Couches de Birmensdorf, pars et faciès à biohermes de Calcaires lités). 8 : faciès coralliens et subcoralliens, b-b : Limite nord ouest du faciès à spongiaires des Couches de Birmensdorf. Épaisseurs. Le figuré est d'autant plus dense que l'épaisseur est plus forte ; les valeurs de courbes limites retenues dans chaque cas sont indiquées par les chiffres (en m).

Déjà apparaît une liaison étroite entre la sédimentation et la subsidence commandée par les déformations du fond; il n'y a là rien de nouveau. On peut reconnaître ainsi des zones de subsidence et des zones de stabilité relative pour lesquelles il est tentant de parler de fosses et de seuils. Avec raison, M. DREYFUSS (1954, p. 13) fait remarquer : "on a (si) souvent confondu la forme "instantanée" des bassins avec les déformations qu'ils ont subies". La comparaison des cartes de faciès et d'isopaques nous donne seulement les déformations. Avant d'aborder l'étude de la sédimentation il est nécessaire de préciser la paléogéographie de la région étudiée.

## B/ Eléments de paléogéographie jurassienne.

La région étudiée appartient entièrement et continuellement au domaine marin. En conséquence, la paléogéographie oxfordienne sera limitée à deux éléments : la profondeur de formation des dépôts, la forme et la topographie du fond marin.

### 1 - Profondeur de formation des dépôts.

La nature des dépôts est peu significative ici; le matériel sédimenté entre dans la catégorie des "impondérables" de A. LOMBARD. Les dépôts les plus grossiers, les plus "détritiques" sont les calcaires à débris coquilliers, oolithes, gravelles et pseudoolithes, nodules d'algues; ils témoignent seulement d'apports à partir d'une zone sans doute peu profonde où ce matériel est élaboré.

Les faunes sont considérées comme de meilleurs indicateurs. Cependant les formations à spongiaires, par exemple, ont donné lieu à des interprétations fort différentes : les profondeurs admises varient de "milieu profond" à 30-40 m.

A tous les niveaux de la série étudiée existent des niveaux à faunes benthiques; ils indiquent des profondeurs assez faibles, en accord avec les valeurs admises par M. DREYFUSS (1954) pour des formations rencontrées également dans la région étudiée.

- Marnes à Cr. renggeri : 40 à 50 m,
- Couches à chailles : 25 à 30 m,
- Couches à spongiaires : 30 à 40 m,
- Calcaires hydrauliques : 40 à 100 m,
- Calcaires à polypiers : 25 à 30 (profondeur initiale ou d'installation).

Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que les variations de la subsidence; l'utilisation de la profondeur initiale comme élément d'appréciation de la subsidence est aléatoire et à la merci d'une erreur même assez faible dans l'estimation. La comparaison des épaisseurs pour un même intervalle de temps offre plus de garantie; en compensation elle ne donne qu'une valeur relative de la subsidence.

## 2 - Forme et topographie du fond marin.

Le deuxième élément de la paléogéographie oxfordienne est plus facile à connaître d'après les faciès et les faunes.

Les modifications progressives de la faune d'un même niveau repère, d'abord uniquement à céphalopodes, puis mêlés de nombreux éléments benthiques qui enfin subsistent seuls ou les variations horizontales des faunes d'ammonites elles-mêmes nous donnent le sens de l'approfondissement qui est incontestablement du NW vers le SE.

La "forme instantanée" du fond marin est celle d'une plateforme continentale, peut-être légèrement déprimée par place, terminée par un talus; mais, par le jeu des déformations, au moins à une certaine époque, le bord du plateau a fonctionné comme un "seuil" séparant deux zones d'accumulation ou subsidentes dont l'une coïncide avec le plateau continental.

Au moins à la phase d'installation du régime "corallien" la région salinoise a formé haut-fond au bord nord-ouest de la "fosse" jurassienne (cf. A. CAIRE, 1951, 1953); son comportement ultérieur n'est pas clair en raison du manque de repères chronologiques; elle a pu fonctionner également comme un seuil mais moins nettement et moins longtemps que la haute-chaîne.

Seuils et zones subsidentes diffèrent également par la sédimentation dont ils sont le siège.

### C/ Sédimentation sur les "seuils".

#### 1 - Le seuil de la haute-chaîne.

L'absence des Marnes à Cr. renggeri et des Couches à sphérites au bord interne de la chaîne est un fait d'observation très ancien.

La sédimentation débute par des niveaux peu épais et discontinus, pris entre le Callovien et les Couches de Birmensdorf, dont l'âge et le mode de gisement prêtent encore à discussion.

- La sédimentation réduite : lacunes, remaniements, condensation.

Dans la région étudiée les faciès réduits commencent partout avec la zone à Lambertii; ils cessent au cours de la sous-zone à Antecedens qui voit également débiter les couches à spongiaires de Birmensdorf; ainsi ils débordent l'ancien Oxfordien s.st. contrairement à l'opinion de A. JEANNET pour qui tout dépôt inférieur aux Couches de Birmensdorf est nécessairement oxfordien.

A Saint-Hilaire-de-Brens, où sont mêlés des éléments de plusieurs zones reconnaiss-

bles paléontologiquement et aussi par la nature des gangues ou le mode de conservation, il y a reprise de sédiment et de fossiles déjà déposés, connus en place à Trept, à quelques kilomètres au N.

L'oolithe ferrugineuse de Pontarlier, la pseudobrèche ferrugineuse de Saint-Claude, probablement aussi les couches du cimetière d'Optevos et de Trept (gisement nord) montrent une succession normale des faunes, même si toutes les zones ne sont pas représentées, des surfaces d'omission ou de non-dépôt séparant parfois les croûtes ou les plaques fossilifères.

Ces divers exemples représentent une série et une sédimentation condensées.

Lacunes, condensation, remaniements qui caractérisent la sédimentation réduite ne sont pas essentiellement différents; un remaniement comme celui de Saint-Hilaire-de-Brens intéressant plusieurs zones s'est exercé sur une série déjà condensée; ils traduisent les variations de la surface d'équilibre par rapport au fond marin.

- La "transgression argovienne". Contrastant avec les discontinuités sous-jacentes, les couches à spongiaires de Birmensdorf sont le premier niveau témoignant d'une sédimentation homogène sur l'ensemble du "seuil". D'où la notion d'une "transgression argovienne" à laquelle on attribue érosions, remaniements et mélanges de faunes (cf. F. ROMAN et H. BLONDET, 1925 - M. GOTTIS et H. TINTANT, 1948 - H. TINTANT, 1958 - R. ENAY et C. MANGOLD, 1959). On rejoint ainsi P. CHOFFAT pour qui le banc d'hexactinellides est "de plus en plus récent" et "repose sur des couches de plus en plus récentes" vers le NW.

Déjà A. HEIM (1934) s'élevait contre cette utilisation abusive du terme "transgression"; il n'y a pas d'émersion avant le dépôt des Couches de Birmensdorf; à Pontarlier le dernier banc de l'Oolithe ferrugineuse se lie étroitement aux couches à spongiaires; l'apparition de ce faciès est isochrone dans toute la région étudiée; ainsi le terme de "reprise de sédimentation" proposé par J. FLANDRIN (in M. LEMOINE, 1953, p. 120) est bien préférable.

Non moins classiquement (P. CHOFFAT, 1878 - M. DREYFUSS, 1952, 1954) le dépôt des Couches de Birmensdorf correspondrait à un enfoncement et un approfondissement du bord interne de la chaîne marquant le début de la trilogie argovienne. En réalité les courbes isopaques montrent encore une zone d'accumulation minimale en Argovie, dans l'Île Crémieu et une partie du faisceau helvétique à partir de Neuchâtel vers le Sud; le "seuil" persiste jusqu'à la fin de la sous-zone à Parandieri (partie inférieure de la zone à Transversarium) avec une sédimentation également différente de celle des régions occidentales subsidentes.

Après une période marquée par une condensation parfois extrême des dépôts ou même des érosions sous-marines, la "transgression argovienne" correspond à une reprise de la sédimentation sur un seuil subsidant, sans modification importante de la paléogéographie; en particulier il n'y a pas de changement dans les zones d'accumulation maximale et minimale.

Le renversement de subsidence intervient seulement avec les Couches d'Effingen; le seuil de la haute-chaîne perd son individualité et se confond avec les zones subsidentes dont la sédimentation est traitée à part.

## 2 - Le "seuil" salinois.

L'installation du faciès à polypiers sur l'axe salinois, faisant suite à une période de subsidence active au cours des zones à Mariae et à Cordatum, correspond à une profondeur faible et un jeu peu subsident.

L'axe salinois est alors limité par des zones sans doute légèrement plus profondes et subsidentes, surtout du côté SE où A. CAIRE (1953) n'hésite pas à voir une fosse.

## D/ Sédimentation dans les zones subsidentes.

Les zones subsidentes sont moins localisées et intéressent même des zones ayant fonctionné comme un seuil à un moment donné de leur histoire : la sédimentation des zones subsidentes se caractérise par une disposition séquentielle dont j'ébaucherai seulement les grandes lignes.

### 1 - Série virtuelle locale. Elle comprend de haut en bas :

- C. calcaire du toit,
- B. mamo-calcaire,
- A. mame ou argile calcaire.

Compte tenu des particularités propres aux unités lithologiques décrites dans un chapitre antérieur, la correspondance globale de la série virtuelle locale et de l'ensemble lithologique oxfordien est la suivante :

- C. calcaires pseudolithographiques,
- B.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{calcaires lités,} \\ \text{couches du Geissberg,} \end{array} \right.$
- A. couches d'Effingen.

===== renversement de subsidence

- C. bancs limites des calcaires hydrauliques,
- B.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{calcaires hydrauliques - couches de Birmensdorf - calcaires siliceux,} \\ \text{couches à sphériles,} \end{array} \right.$
- A. marnes à Cr. renggeri.

### 2 - Les grandes séquences et leurs caractères.

Séquence inférieure. Sa base correspond à une première reprise de sédimentation soulignée par le niveau à fossiles phosphatés de la zone à Lamberti et, localement, de la par-

tie inférieure de la zone à Mariae. Ce niveau de condensation se relie à l'Oxfordien réduit de la haute=chaîne.

La séquence inférieure groupe essentiellement les unités lithologiques du faciès franc-comtois de P. CHOFFAT, mais aussi les Couches de Birmensdorf, premier terme de la trilogie argovienne; sur le seuil helvétique ce faciès représente à lui seul la séquence inférieure; la reprise de sédimentation "argovienne" prend ainsi un relief nouveau : la séquence inférieure s'étend ("transgresse") sur le seuil devenu subsidant.

La fin de la séquence correspond à l'amorce d'une sédimentation calcaire véritable, très brève, paraissant tronquée par l'arrivée du matériel argileux des Couches d'Effingen, début de la séquence supérieure; localement, les bancs limites des Calcaires hydrauliques et des Couches de Birmensdorf montrent des indications d'un arrêt de sédimentation; mais ils renferment déjà des éléments de la faune à Dichotomoceras et l'arrêt de sédimentation ne peut avoir été que très bref.

- Séquence supérieure. Sauf les Couches de Birmensdorf, elle correspond aux faciès dits "argoviens" largement développés dans la région étudiée.

Cette deuxième grande séquence débute par l'importante formation mameuse des Couches d'Effingen, d'extension quasi générale; elle correspond à l'arrivée de matériel détritique fin venant recouvrir les Calcaires hydrauliques et les Couches de Birmensdorf après le renversement de subsidence. Le changement de la nature des dépôts ne paraît pas responsable de la fin de l'activité constructive des éponges (cf. p. ).

Les Calcaires pseudolithographiques, terme ultime de la séquence, traduisent une certaine stabilisation avec l'établissement d'une série d'alternances calcaires régulière et monotone; dans la plus grande partie de la région étudiée elle conduit à des faciès du cortège périrécifal; au Val-de-Fier, une surface durcie termine normalement la séquence et supporte les niveaux fossilifères de la base du Kimméridgien.

### 3 - Les formations à spongiaires et leur signification.

L'idée que les spongiaires étaient des formes de profondeur est de moins en moins admise; par contre, les mouvements du fond influent sur les modalités de leur développement.

Soient les couches à spongiaires de Birmensdorf. Les épaisseurs, pour la sous-zone à Antecedens (partie supérieure) et la sous-zone à Parandieri qui correspondent à la période d'activité des spongiaires, sont comprises entre 5 et 40 m; elles sont du même ordre de grandeur que les profondeurs maintenant admises pour ce faciès; la subsidence n'apparaît pas nécessaire.

Les calcaires grumeleux inférieurs constants dans toute la région étudiée à la base de la formation et dépourvus de biohermes doivent correspondre à un fond marin régulier et relativement stable.

La forme instantanée du fond n'a pas dû varier beaucoup par la suite; les différences

d'épaisseur indiquées plus haut sont donc bien le résultat d'une accumulation et d'un enfoncement différentiels, quelle que soit la profondeur initiale (difficile à connaître exactement), et réalisés au cours de la seule sous-zone à Parandieri; corrélativement les dépôts sont plus différenciés :

- les zones à subsidence faible (haute-chaîne) voient la continuation du faciès grumeleux stratifié à rares et petits biohermes.

- les biohermes sont développés pour des épaisseurs et un enfoncement compris entre 8-10 et 20-25 m.

- pour les valeurs de subsidence supérieures à 25-30 m les Calcaires hydrauliques remplacent le faciès à spongiaires.

Le même processus intervient pour les formations à spongiaires des Calcaires lités.

---

En résumé, la sédimentation des zones subsidentes correspond à une série pararythmique (cf. A. LOMBARD, 1956) organisée en séquences argilo-calcaires; le renversement de subsidence prend place à la base des Couches d'Effingen et sépare deux séquences majeures dans lesquelles s'insèrent les formations à spongiaires. Les Couches de Birmensdorf occupent également une position singulière en écho à la reprise de sédimentation qui voit la séquence inférieure "gagner" sur le seuil helvétique.

#### E/ Les déformations.

L'étude, même sommaire, de la sédimentation conduit à envisager des déformations. Déjà P. CHOFFAT (1878) expliquait le remplacement mutuel des faciès franc-comtois et argovien par un mouvement de bascule qui n'est pas tellement différent, au décalage chronologique près, du renversement de subsidence.

Le problème de ces déformations contemporaines de la sédimentation présente deux aspects complémentaires : nature et signification, d'une part, relations avec les lignes tectoniques actuelles, d'autre part.

##### 1 - Nature et signification des déformations.

- Tectonique embryonnaire et subsidence différentielle. La première de ces deux hypothèses est celle de A. CAROZZI (1948) et surtout D. AUBERT (1947) : "... le fond de la mer, soulevé localement, formait de larges géanticlinaux très surbaissés, qui préparaient le plissement tertiaire"; leur conception est très claire; l'argumentation repose essentiellement sur le parallélisme des zones ou lignes isopiques et des structures jurassiennes actuelles.

M. DREYFUSS (1954, 1960) lui a substitué la notion de subsidence différentielle faisant intervenir des "seuils stables ou peu subsidents compris entre des zones s'affaissant plus rapidement"; comme dans l'hypothèse précédente le problème des relations avec les lignes tectoniques reste posé; il fera l'objet d'un examen en fin de chapitre.

Les caractères de la sédimentation au cours de l'Oxfordien illustrent bien la deuxième hypothèse. Que représentent alors la "reprise de sédimentation argovienne" et le renversement de subsidence séparant les deux rythmes majeurs de la sédimentation oxfordienne ?

- Reprise de sédimentation et "discordance argovienne". La reprise de sédimentation "argovienne" représente un événement banal du domaine méditerranéen et surtout alpin où l'existence de "mouvements argoviens" d'origine tectonique (pulsation ou oscillation argovienne) est généralement admise (cf. M. LEMOINE, 1953 - A. LOMBARD, 1956).

Dans la région étudiée, les Couches de Birmensdorf qui correspondent à la reprise de sédimentation reposent sur des niveaux différents des Marnes à Cr. renggeri ou des Couches à sphérites.

Une lacune paléontologique de la plus grande partie de la zone à Plicatilis (au moins) accompagne l'absence des Couches à sphérites.

Ce double problème, paléontologique et géométrique, conduit à l'idée d'une "discordance antéargovienne" connue au même niveau en Angleterre (W.J. ARKELL, 1947) et dans le Poitou (A. de GROSSOUVRE, 1922).

- Renversement de subsidence. Le changement dans la paléogéographie et dans la sédimentation sont ici les caractères dominants; les Couches d'Effingen recouvrent uniformément et en concordance les formations antérieures; l'arrêt de sédimentation du sommet des Couches de Birmensdorf et des Calcaires hydrauliques est bref, sans hiatus paléontologique (cf. p. 88). Ce "retour des colloïdes" correspond également au dépôt de l'Amphill Clay, en Angleterre, des Impressa-Thone, en Souabe; il traduit une modification assez générale dans l'alimentation à partir des aires continentales dont l'origine peut être climatique.

En résumé, la reprise de sédimentation et le renversement de subsidence marquent des "paroxysmes" dans le jeu subsidant différentiel et représentent une activité tectonique préliminaire.

## 2 - Sédimentation et lignes tectoniques actuelles.

La recherche de parallélismes entre zones isopiques ou limites de faciès et unités tectoniques est une autre façon d'aborder l'étude des déformations; M. DREYFUSS (1960) a clairement posé le problème : "Savoir s'il s'agit seulement d'une coïncidence des directions, ou d'une superposition véritable des unités tectoniques aux unités paléogéographiques".

- Relations avec le plissement jurassien.

Par rapport à l'allongement structural, les zones de faciès ou les épaisseurs s'alignent parallèlement aux plis ou aux failles dans le Jura central : fosse dubisienne des Marnes à Cr. renggeri et des Couches à chailles, faciès corallien du faisceau salinois, zone d'accumulation des Calcaires hydrauliques sur l'emplacement du plateau de Champagnole, etc....

Par contre, aux extrémités de la chaîne, les lignes isopiques sont franchement obliques jusqu'à "sortir" au bord externe (Argovie, Ile Crémieu et Jura méridional).

Les lignes isopiques n'ont pas l'allongement structural mais une direction SW-NE, c'est-à-dire suivant la corde qui sous-tend l'arc jurassien; la concavité de certaines limites de faciès (Marnes à Cr. renggeri, Couches à sphérites) au bord interne de la chaîne est imputable, au moins en partie, au plissement ultérieur; ainsi les parallélismes constatés plus haut pour le Jura central semblent n'être que des coïncidences.

Par rapport aux accidents transversaux ou décrochements, la liaison, si elle existe, est plus difficile à mettre en évidence en raison même du jeu de ces accidents (cf. D. AUBERT, 1947); cependant, les caractères de la sédimentation coïncident localement avec les accidents transversaux qui sont un des éléments majeurs de la tectonique jurassienne; la coïncidence est particulièrement nette pour l'accident de Morez.

- Relations avec les structures de l'avant-pays bressan.

La structure profonde de la Bresse est connue par les travaux de J. GOGUEL (1948) et de G. LIENHARDT (1962); le premier a distingué deux directions tectoniques intéressant le socle.

• Structure propre du socle hercynien. La prospection géophysique de la Bresse et les forages profonds mettent en évidence des axes alternativement légers et lourds, d'orientation E-W, correspondant respectivement à des synclinaux permo-carbonifères et à des axes cristallins; au Sud, cependant, l'axe Vienne-Chamagnieu et le bassin houiller de l'Est lyonnais ont d'abord une orientation WSW-ENE mais prennent la direction E-W quand ils s'enfoncent sous le domaine jurassien.

Cette direction hercynienne n'apparaît pas dans les lignes tectoniques jurassiennes, ni dans la répartition des zones de faciès ou des épaisseurs à l'Oxfordien; seul, l'axe Vienne-Chamagnieu paraît se relier à la paléogéographie oxfordienne : sur lui vient s'articuler le seuil de la haute-chaîne.

• Structure du substratum anté-tertiaire. Mis en place lors de l'effondrement oligocène, le substratum du remplissage tertiaire s'est trouvé dégagé de l'influence des mouvements tangentiels qui affectent la région jurassienne.

Toujours d'après l'étude géophysique, le fond de la dépression bressane est traversé par des axes de direction SW-NE, comportant probablement une couverture jurassique faillée

avec le socle hercynien sous-jacent (cf. J. GOGUEL, 1948, fig. 6 et p. 16); cette direction est une des lignes tectoniques jurassienne pour laquelle on a déjà noté un parallélisme avec les zones isopiques; la "coïncidence" était limitée au Jura central; elle trouve son complément dans l'avant-pays bressan.

La direction SW-NE, conservée ou "réactivée" dans l'avant-pays bressan et la zone de tangence avec l'arc jurassien, apparaît bien comme une direction de déformation précoce suivant laquelle s'ordonnent les lignes isopiques; ainsi J. GOGUEL (1948, p. 73) admet que "la Bresse commence à s'ébaucher" dès le Crétacé supérieur; déjà à l'Oxfordien inférieur, la fosse lédonienne s'ouvre largement sur la dépression bressane actuelle; bien plus, l'ensemble des zones subsidentes joint directement l'emplacement actuel du fossé rhénan déjà occupé par une fosse alsacienne.

#### F/ Conclusions.

Les déformations ayant guidé la sédimentation au cours de l'Oxfordien sont liées à deux directions.

La direction SW-NE est celle des lignes isopiques et isopaques majeures; elle est indépendante des structures hercyniennes; elle semble nouvelle et représente la direction jurassienne ancienne masquée par la tectogenèse alpine dans la plus grande partie du Jura.

La direction SE-NW, orthogonale à la première, intervient également dans la sédimentation, très souvent à l'emplacement des grands accidents transversaux actuels; le jeu alpin, surtout dans la haute chaîne, masque en partie leur jeu propre antérieur.

## CONCLUSIONS :

### LE JURA AU COURS DE L'OXFORDIEN

---

J'ai ébauché les grandes lignes de son évolution p. 102, en introduction à l'étude des déformations en relation avec la sédimentation; une meilleure connaissance de celles-ci permet de préciser cette évolution.

- A l'amorce de l'Oxfordien sont déjà individualisées une zone subsidente qui verra le dépôt des Marnes à Cr. renggeri, puis des Couches à sphérites ou des Couches de passage, et une zone stable que j'ai appelée "le seuil de la haute-chaîne", occupée par des niveaux condensés, souvent ferrugineux et oolithiques, plus rarement remaniés. Les grands traits de cette paléogéographie sont déjà apparus au Callovien et sans doute dès le Bathonien d'après les premiers résultats de recherches en cours. La limite Callovien-Oxfordien correspond à une première "oscillation" qui voit le développement, dans les zones subsidentes, d'un cordon à fossiles phosphatés de la zone à Lamberti; sur le seuil avec cette zone commence la sédimentation condensée.

Les zones isopiques majeures sont dirigées du SW au NE; des axes faiblement subsidents, orientés SE-NW, séparent les zones d'accumulation maximale, par exemple, entre la "fosse" lédonienne et la "fosse" dubisienne, l'axe Morez-Salins qui occupe l'emplacement du décrochement de Morez; la "segmentation" du seuil correspond à ce jeu de panneaux mobiles; ainsi les faciès réduits sont particulièrement étendus entre l'accident Vuache-Molinges et l'accident de Morez (Bloc des Molunes).

Entre le dépôt des Marnes à Cr. renggeri et des Couches à sphérites, toujours en retrait par rapport aux premières, le seuil gagne vers l'W, en particulier sur l'axe Morez-Salins et au N de celui-ci; au-delà des faciès réduits qui délimitent le seuil vers l'W, existe une zone où les Couches à sphérites elles-mêmes sont incomplètes à leur sommet (lacune du banc à Parallelodon et de sa faune).

- La "pulsation argovienne" se manifeste de façon spectaculaire sur le seuil de la haute-chaîne par la "reprise de sédimentation" des Couches de Birmensdorf; ce faciès s'étend largement vers l'W et biseaute les niveaux plus anciens : c'est la "discordance argovienne"; elle est surtout nette sur l'axe Morez-Salins qui coïncide avec l'avancée des Couches de Birmensdorf; celles-ci arrivent jusqu'au seuil, avec formations coralliennes, qui occupe maintenant l'emplacement du faisceau salinois autrefois subsident; la fosse dubisienne se réduit et tend à

disparaître; les faciès coralliens envahissent également le Jura bernois, bordant une zone subsidente allongée et étroite centrée sur Moutier.

Le seuil de la haute-chaîne continue d'exister mais occupe une position plus orientale et, au N de l'axe Morez-Salins, s'enfonce sous le plateau suisse; la sédimentation reste peu épaisse et conserve des traces de condensation.

La subsidence demeure active à l'W du seuil; l'axe Morez-Salins sépare la fosse de Moutier déjà citée et la fosse lédonienne; celle-ci comprend une zone d'accumulation maximale à l'emplacement du plateau de Champagnole; au S les épaisseurs traduisent un jeu de panneaux suivant la direction des accidents transversaux actuels; en particulier, le Massif de Portes - Molard Dedon est nettement subsident.

La répartition des faciès est tributaire des vitesses de subsidence; en bordure des fosses les niveaux à spongiaires s'exaltent en constructions avec disposition rythmique des biohermes et des séries stratifiées associées; dans les zones à subsidence plus active, le faciès à spongiaires est remplacé par les Calcaires hydrauliques, dans lesquels se retrouve la disposition rythmique des ensembles construits, ou par les Calcaires siliceux.

- Le "renversement de subsidence" introduit des changements notables dans la paléogéographie et la sédimentation; il met fin à la séquence inférieure à laquelle appartiennent les Couches de Birmensdorf, premier terme de la "trilogie argovienne"; la séquence suivante débute par les apports détritiques fins des Couches d'Effingen correspondant à des conditions nouvelles dans la subsidence et dans l'alimentation à partir des aires continentales.

Le seuil de la haute-chaîne disparaît; l'ensemble de la région devient assez régulièrement subsidente, les épaisseurs croissant de l'W vers l'E; un sillon subsident persiste dans la région Meussia-Chatelneuf au moins au début des Couches d'Effingen; au cours de la sous-zone à Bifurcatus (partie supérieure des Couches d'Effingen et Couches du Geissberg) s'amorce un ralentissement de l'accumulation des régions nord et ouest (bancs à Pernes); cependant, vers le SE, la disparition des Couches du Geissberg correspond à la diminution en nombre et en importance des intercalations calcaires.

Les Calcaires lités (zone à Bimammatum) voient reprendre le jeu de l'accident Culoz-Aranc-Cerdon; au Sud, jusque dans l'Île Crémieu, les biohermes s'installent sur un glacis modérément subsident; la zone des plateaux et les chaînons à l'W de l'Ain restent une zone d'accumulation réduite avec les niveaux à concrétions; les accumulations les plus fortes coïncident avec le faciès mamo-calcaire enfoncé comme un coin entre les précédents en direction de Pont-d'Ain où aboutit le prolongement de l'accident précité. Les pulsations de la subsidence se marquent par des intercalations à spongiaires ou grumeleuses, répliques des niveaux à spongiaires des régions occidentales, sauf dans la haute-chaîne et les chaînons savoisiens.

- La fin de l'Oxfordien correspond à l'extension vers le SE des faciès coralliens ou subcoralliens auxquels se relient les formations à momies qui, dans la plus grande partie de la

région étudiée, marquent la limite Kimméridgien-Oxfordien; c'est le résultat d'une lente évolution amorcée lors de la pulsation argovienne, amplifiée au cours de la zone à Planula avec la grande extension des Couches du Morillon, équivalent latéral des Calcaires pseudolithographiques.

A. LOMBARD (1956, p. 613) définit le Jura comme une aire de plate-forme instable et souple; c'est bien l'impression que l'on retire de cette étude de l'Oxfordien; l'évolution retracée plus haut rappelle celle de certaines structures alpines, par exemple le géanticlinal briançonnais (cf. M. LEMOINE, 1953). Tout se passe comme si au cours de l'Oxfordien s'était produit une tentative d'intégration de la région jurassienne au système alpin, le seuil de la haute chaîne jouant le rôle d'un géanticlinal séparant une nouvelle unité subsidente en avant de la fosse valaisane. Cette tentative a tourné court et l'extension des faciès coralliens au cours du Jurassique supérieur traduit l'intégration de plus en plus marquée du domaine jurassien à la plate-forme du Bassin parisien.

---

## TABLE DES FIGURES

---

|                                                                                                                                                                                             |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| fig. 1 - Limites et divisions de la région étudiée .....                                                                                                                                    | 55    |
| fig. 2 - Relations lithostratigraphiques au sein de l'ensemble lithologique<br>oxfordien .....                                                                                              | 75    |
| fig. 3 - Tableau des principales interprétations lithostratigraphiques<br>antérieures dans la région étudiée .....                                                                          | 78-79 |
| fig. 4 - Répartition des principales espèces d'ammonites des Marnes à<br><u>Cr. renggeri</u> .....                                                                                          | 82    |
| fig. 5 - Répartition des principales espèces d'ammonites des Couches à<br>sphériles et des Couches de passage.....                                                                          | 84    |
| fig. 6 - Répartition des principales espèces d'ammonites des Couches de<br>Birmensdorf, des Calcaires siliceux, des Calcaires hydrauliques,<br>des Couches d'Effingen et du Geissberg ..... | 87    |
| fig. 7 - Répartition des principales espèces d'ammonites des Calcaires lités<br>et des Calcaires pseudolithographiques .....                                                                | 89    |
| fig. 8-9 - Zonations de l'Oxfordien .....                                                                                                                                                   | 96-97 |
| fig. 10 - Relations entre les unités lithologiques de l'Oxfordien basées<br>sur les faunes .....                                                                                            | 99    |
| fig. 11 - Coupe palinspatique schématique de l'Oxfordien dans la moitié<br>sud du Jura.....                                                                                                 | 103   |
| fig. 12 - Essai de représentation de l'évolution des faciès et des épaisseurs<br>au cours de l'Oxfordien .....                                                                              | 104   |

---

## TABLE DES MATIERES

---

|                                                                                | <u>pages</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| AVANT-PROPOS .....                                                             | 53           |
| GENERALITES .....                                                              | 54           |
| MONOGRAPHIES REGIONALES .....                                                  | 59           |
| I - L'Oxfordien de l'Ile Crémieu .....                                         | 59           |
| II - L'Oxfordien dans le massif Portes - Molard Dedon .....                    | 60           |
| III - L'Oxfordien des chaînons orientaux .....                                 | 61           |
| IV - L'Oxfordien entre les Hôpitaux et la Clusè de Nantua .....                | 62           |
| V - L'Oxfordien de la haute-chaîne entre Nantua et Morez .....                 | 63           |
| VI - L'Oxfordien de la haute-chaîne entre Morez et Pontarlier .....            | 64           |
| VII - L'Oxfordien de la partie nord des plateaux et du faisceau salinois ..... | 64           |
| VIII - L'Oxfordien du plateau de Champagnole .....                             | 65           |
| IX - L'Oxfordien des pays à l'Ouest de l'Ain .....                             | 65           |
| SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE .....                                                 | 67           |
| I - <u>Ensemble lithologique oxfordien</u> .....                               | 67           |
| A/ Limites .....                                                               | 67           |
| B/ Unités lithologiques .....                                                  | 67           |
| 1 - Mames à <u>Cr. renggeri</u> .....                                          | 68           |
| 2 - Couches à sphériles .....                                                  | 68           |
| 3 - Couches de passage .....                                                   | 68           |
| 4 - Calcaires siliceux .....                                                   | 69           |
| 5 - Niveaux condensés de l'Oxfordien inférieur .....                           | 69           |
| 6 - Couches de Birmensdorf .....                                               | 70           |
| 7 - Calcaires hydrauliques .....                                               | 70           |
| 8 - Couches (ou Mames) d'Effingen .....                                        | 71           |
| 9 - Couches du Geissberg .....                                                 | 71           |

|                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10 - Calcaires lités .....                                                                                                                              | 72  |
| 11 - Calcaires pseudolithographiques .....                                                                                                              | 72  |
| 12 - Couches du Morillon .....                                                                                                                          | 73  |
| C/ Relations lithostratigraphiques au sein de l'ensemble<br>lithologique oxfordien .....                                                                | 73  |
| 1 - Couches à sphérites et Couches de passage .....                                                                                                     | 74  |
| 2 - Equivalents latéraux des Couches de Birmensdorf ...                                                                                                 | 76  |
| 3 - Calcaires pseudolithographiques et Couches du<br>Morillon .....                                                                                     | 77  |
| II - <u>Faunes d'ammonites et biostratigraphie</u> .....                                                                                                | 80  |
| A/ Variations horizontales des faunes .....                                                                                                             | 80  |
| B/ Succession des faunes et incidence sur les corrélations .....                                                                                        | 81  |
| 1 - Assemblages fauniques des Marnes à <u>Cr. renggeri</u> ...                                                                                          | 81  |
| 2 - Couches à sphérites et Couches de passage :<br>les derniers assemblages de <u>Cardioceras</u> et la<br>première faune de grands Perisphinctes ..... | 83  |
| 3 - Faunes des Couches de Birmensdorf et faciès<br>équivalents .....                                                                                    | 85  |
| 4 - Faune à <u>Dichotomoceras</u> des Couches d'Effingen<br>et du Geissberg .....                                                                       | 88  |
| 5 - Faunes des Calcaires lités .....                                                                                                                    | 90  |
| 6 - Dernière faune oxfordienne : les Couches à<br><u>Idoceras</u> .....                                                                                 | 91  |
| C/ Zonation de l'Oxfordien .....                                                                                                                        | 91  |
| 1 - Problèmes de stratigraphie zonale en Europe<br>occidentale .....                                                                                    | 92  |
| 2 - Les zones de l'Oxfordien dans le Jura .....                                                                                                         | 95  |
| D/ Conclusions .....                                                                                                                                    | 98  |
| III - <u>Paléogéographie, sédimentation et déformations</u> .....                                                                                       | 101 |
| A/ Evolution du Jura pendant l'Oxfordien .....                                                                                                          | 102 |
| B/ Eléments de paléogéographie jurassienne .....                                                                                                        | 105 |
| 1 - Profondeur de formation des dépôts .....                                                                                                            | 105 |
| 2 - Forme et topographie du fond marin .....                                                                                                            | 106 |
| C/ Sédimentation sur les "seuils" .....                                                                                                                 | 106 |
| 1 - Le seuil de la haute-chafne .....                                                                                                                   | 106 |
| 2 - Le seuil salinois .....                                                                                                                             | 108 |
| D/ Sédimentation dans les zones subsidentes .....                                                                                                       | 108 |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 1 - Série virtuelle locale .....                            | 108 |
| 2 - Les grandes séquences et leurs caractères .....         | 108 |
| 3 - Les formations à spongiaires et leur signification .... | 109 |
| E/ Les déformations .....                                   | 110 |
| 1 - Nature et signification des déformations .....          | 110 |
| 2 - Sédimentation et lignes tectoniques actuelles .....     | 111 |
| F/ Conclusions .....                                        | 113 |
| CONCLUSIONS : LE JURA AU COURS DE L'OXFORDIEN .....         | 114 |
| Table des figures .....                                     | 117 |
| Table des matières .....                                    | 118 |

DEUXIEME THESE

-----

Propositions données par la Faculté :

Problèmes modernes de biostratigraphie

Vu :

Les Membres du Jury,

MM. J. Flandrin, Président

L. David }  
P. Gevin } Examineurs

M. Collignon }  
H. Tintant } Invités

Vu et approuvé :

Le Doyen de la Faculté des Sciences ,

J. BRACONNIER

Vu et accordé le permis d'imprimer :

Lyon, le 2 avril 1966

Le Recteur,

Président du Conseil de l'Université,

P. LOUIS





